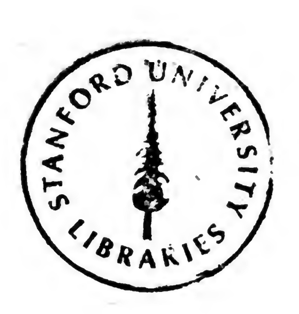



STANFORD UNIVERSITY
LIBRARIES

Archiv

für

die Offiziere

der

Königlich Preußischen Artillerie-

und

Ingenieur-Corps.

Redaktion:

From, General-Lieutenant a. D.

Otto, Oberst-Lieutenant der Artillerie.

Neumann, Major der Artillerie.

Einundzwanzigster Jahrgang. Einundvierzigster Band.

Mit einer Figuren-Tafel.

Berlin. 1857.

Druck und Verlag von E. S. Mittler und Sohn.

Zimmerstraße 84. 85.

Inhalt des einundvierzigsten Bandes.

I.

Entgegnung
auf den, Seite 220 bis 256 des vorigen Bandes der vorliegenden Zeitschrift mitgetheilten Aufsatz der „Edinburgh-review."
(Schluß.)

A. Silistria.

Zunächst begegnen wir einer kurzen Uebersicht des Angriffs der Russen auf Silistria, im Mai und Juni 1854. Zu derselben und den daran geknüpften Raisonnements des Verfassers dürfte Folgendes zu bemerken sein.

1) Es ist unläugbar, daß vorgeschobene Schanzen, selbst passageren Profiles, welche unter Begünstigung und zweckmäßiger Benutzung des Terrains vor den Fronten einer, mit einem Angriff bedrohten Festung erbaut werden, den Angriff auf die Enceinte selber, zu verzögern im Stande sein werden, um so länger, je widerstandsfähiger sie absolut sind, je energischer sie vertheidigt, je besser sie von der Festung aus unterstützt werden. Dies ist aber nichts Neues; ältere Vertheidigungen weisen dergleichen Beispiele zur Genüge auf. (Belag: von Schweidnitz 1762. Strigauer und Jauernicker Flesche — Kolberg 1807. Wolfsberg — Danzig, Hagelsberg, — Torgau 1813. Fort Zinna u. s. w.)

2) Daß die Russen Arab-Tabia förmlich angriffen, läßt darauf schließen, daß dasselbe ein Werk von größerer absoluter Widerstandsfähigkeit gewesen, als ihm der Verfasser zubilligt, denn es ist nicht

anzunehmen, daß sie, die 1831 Wola, eines der absolut stärksten passageren Werke, das je erbaut, mit stürmender Hand nahmen, bei den Vertheidigern von Arab-Tabia eine größere Tapferkeit voraussetzten, als sie bei denen von Wola gefunden.

3) Daß der beschleunigte förmliche Angriff, den die Russen auf Arab-Tabia versuchten, zu keinem Resultate führte, ist wiederum ein Beweis für die Behauptung, die wiederholt schon aufgestellt, daß nämlich ein solcher nur in dem Falle mit Erfolg anwendbar sei, wenn das moralische Element der Besatzung aus dem einen oder andern Grunde nur gering anzuschlagen sei. Die erste Parallele wurde am 19ten Mai eröffnet, die Batterien derselben werden daher muthmaßlich erst am 21sten ihr Feuer eröffnet haben, und konnten mithin bis zum 24sten, als dem Tage des ersten Sturmversuches die Geschütze des Werkes zwar zum Zurückziehen von den Wällen genöthigt, nicht aber dies selber in einen Zustand versetzt haben, der es hätte weniger sturmfrei erscheinen lassen, als zur Zeit der Paralleleneröffnung. Das Mißlingen dieses Sturmes kann daher, bei der bekannten Zähigkeit der Türken hinter Wall und Gräben, und da das moralische Element derselben, durch nichts Vorangegangenes geschwächt worden, nicht überraschen.

4) Daß der Ueberfall am 28sten Mai nicht gelungen, dürfte nur dem tapfern Widerstande der Besatzung, nebst andern, für den vorliegenden Fall interesselosen Umständen zuzuschreiben sein, denn da die Russen schon bis in die Schanze gedrungen waren, bevor sie entdeckt wurden, so kommt deren Zustand und Beschaffenheit gar nicht in Betracht (bei Badajoz 1812 verunglückte der nächtliche Sturm auf zwei völlig praktikable Breschen in den Bastionen Trinidad und Sta. Maria gänzlich, ungeachtet die Engländer bis auf dieselben gelangten, während ein gleichzeitig unternommener Scheinangriff mit Eskaladirung einer völlig sturmfreien und intakten Front (Vincent) gelang und den Fall der Festung herbeiführte, weil die Besatzung hier nicht den energischen Widerstand leistete, wie auf der Angriffsfront. Sollte man daraus den Schluß ziehen wollen, daß die eskaladirte Front, trotz ihres intakten Zustandes weniger widerstandsfähig gewesen, als die bereits in Bresche gelegte Angriffsfront?

5) Daraus, daß die Russen nach dem Sturm am 28sten Minen, und zwar in die Eskarpe legten, resultirt, daß der äußere Angriff gegen Arab-Tabia, trotz des kräftigen Widerstandes, doch nur die Zeit vom 19ten bis 28sten, also nur 9 Tage Zeit in Anspruch genommen hatte. Gegen das rapide Vorschreiten desselben beweist dieser Fall daher gar nichts.

6) Wenn es den Türken gelungen, in Arab-Tabia hinter den Breschpunkten Abschnitte anzulegen, wenn sie ferner eine neue Redoute erbauten, die die Kehle der vier Tabias bestrich, und vornehmlich wohl als Repli für deren Besatzungen bestimmt war — so ist hierin keineswegs etwas Neues zu finden, am wenigsten daraus der Schluß zu ziehen, „daß die Grundsätze, nach denen diese Vertheidigung geleitet wurde, thatsächlich bis dahin die des Angriffs gewesen seien, und diese Vertheidigung als das erste Beispiel der Anwendung jener zu entgegengesetztem Zwecke hingestellt werden müsse." Es ist vielmehr nur daraus zu folgern, daß ein erfolgreicher und zäher Widerstand erst gegen den innern Angriff zu gewärtigen steht. Saragossa widerstand, vom Sturm der Breschen an gerechnet, noch 23 Tage, unter viel ungünstigeren Verhältnissen, aber in ähnlicher Art durch fortwährendes Bilden von Abschnitten nach rückwärts, ebenso Ostende 1601; — wenn man also dies eine Anwendung der Grundsätze des Angriffs gegen denselben nennen will, so beanspruchen andere Vertheidigungen mindestens deren Priorität, und nicht erst Silistria hat sie gelehrt.

Dieser, bereits lange bekannte und in den Lehrbüchern vorgeschriebene Modus der inneren Vertheidigung erfordert außerordentliche Anstrengungen, wenn er mit Erfolg auf die Dauer durchgeführt werden soll — darum wird er auch nur da eine wesentliche Verzögerung des Falles der Festung bewirken, wo entweder die Besatzung vermöge Ergänzung und Ersetzung von Außen, oder vermöge eines ihr innewohnenden andauernden, moralischen Impulses (wie Fanatismus rc.) das Außergewöhnliche zu leisten im Stande ist.

Carnot sagt bei Gelegenheit der Erwähnung der Belagerung von Ostende ganz treffend: „auch ist sie einer der deutlichsten Beweise, daß eine Garnison, welche nach Willkühr erfrischt und mit

Lebensmitteln und Munition versehen werden kann, fast unüberwindlich ist.

B. Bomarsund.

Wenn die Einnahme einer unvollendeten, mit ganz unzureichenden Streitmitteln ausgerüsteten, unbedeutenden, dabei aller und jeder Aussicht auf Ersatz beraubten Festung, die einzige Heldenthat einer Flotte*) ist, die an Stärke ihres Gleichen noch nicht gehabt, — so ist es natürlich, daß aus dieser Maus ein Elephant gemacht werde.

Zu den Raisonnements des Verfassers dürfte nur zu bemerken sein, daß, wenn das Mauerwerk der Thürme auf die Entfernung von 950 Schritt durch 4 16Pfder resp. 3 32pfdige Karonaden binnen 24 Stunden völlig in Bresche gelegt worden ist, dies kaum glaublich erscheint, und nur dadurch allenfalls erklärlich wird, daß es noch ganz frisch gewesen und jedweder Solidität des Materials entbehrt haben muß. (Bei Ciudad-Rodrigo legten die Engländer zwar auch auf die Entfernung von 800 Schritt in altes, festes, aber ganz freistehendes Mauerwerk von beträchtlicher Höhe, eine gangbare Bresche, dazu aber waren:

30 24Pfder }
3 18Pfder } 33 schwere Kanonen

während 5 Tage, vom 14ten bis incl. 18ten Januar 1811 in Thätigkeit.) Zu gelinden Zweifeln gegen die Wahrheit obiger Angabe in Betreff Bomarsunds berechtigt übrigens der Schießversuch des Linienschiffes Edinburgh gegen das Kernwerk; wäre derselbe so glänzend ausgefallen, als er — die Wahrheit obiger Angabe vorausgesetzt — hätte ausfallen müssen, so würde dessen Resultat zweifelsohne durch die Publizisten ausposaunt worden sein.**)

Daß der Verfasser in seinem Vergleich zwischen Silistria und Bomarsund erstere Festung „ein jämmerliches Erdwerk", letztere „eine

*) Um Bomarsund einzunehmen, war außer dieser Flotte, auch noch ein Landheer erforderlich. D. R.

**) Die den Werken von Bomarsund zugefügten Beschädigungen waren durch Landbatterien bewirkt worden, während ihnen das Feuer der Schiffe fast gar nichts gethan hat. D. R.

bedeutende Festung" nennt, während ersteres früher bereits ohne die, durch die vorgeschobenen Werke ihm zu Theil gewordene Verstärkung einem förmlichen Angriffe 35 Tage lang widerstanden hatte, letzteres aber fast erst dem Namen nach durch die Triumphposaunen seiner Eroberung bekannt geworden ist, und weniger Besatzung zählte, als die einzige Schanze Arab-Tabia; — dies beweist wiederum, durch wie gefärbte Gläser der Verfasser die Vorfälle ansieht, auf welche er seine Polemik gegen die bisherigen Methoden der Befestigung und deren Vertheidigung stützt.

C: Sebastopol.

Wir folgen dem Verfasser schließlich nach Sebastopol.

Das, was er von dessen Belagerung und Vertheidigung beschreibend giebt, ist viel zu allgemein und oberflächlich, um ein deutliches Bild der Spezialitäten des Angriffs und der Vertheidigung zu gewähren, und muß daher auch die Beurtheilung der artilleristischen Details ausgesetzt bleiben, bis genaue Pläne in größerem Maaßstabe und das Tagebuch des Angriffs und der Vertheidigung bekannt werden. Dessenungeachtet genügt das Dargebotene, um auch hier nachzuweisen, daß der Verfasser in seinem Enthusiasmus für die absolute Widerstandsfähigkeit von leichten Erdwerken mit bloßer Frontalvertheidigung, viel zu weit geht, und die außergewöhnlich lange Widerstandsdauer Sebastopols viel weniger denselben, als andern Umständen beizumessen ist.

Zur Beschreibung der Vertheidigungs-Anlagen um Sebastopol dürfte Folgendes zu bemerken sein:

a) Der Verfasser rühmt die zweckmäßige Konstruktion des Nord-Forts (auf dem Plateau der nördlichen Buchtseite) und sagt davon: „daß sein Erbauer alle Lehren der Vaubanschen Schule bei dessen Anlage unbeachtet gelassen habe." Inwiefern dies aber geschehen, und wie dies Werk konstruirt ist, davon wird durchaus nichts Näheres gesagt; wohl aber läßt der Umstand, daß der Verfasser von „4 Bastionen" spricht, „deren unbestrichener Raum in der Richtung der Kapitale durch ein kasemattirtes Blockhaus fortgeschafft würde, dessen Plateform kavalierartig über die Wallbrustwehr hinweg in's

Feld schläge" — darauf schließen, daß das Nordfort ein bastionaires Tracee haben müsse, dessen Curtinen muthmaßlich von beträchtlicher Länge sind, und daher viel Frontalfeuer zu entwickeln vermögen. Die altitalienische Befestigungsmanier (Tartaglia ꝛc.) zeigt aber einen ähnlichen Grundriß des Walles, und die Anlage von kasemattirten Defensions-Kasernen senkrecht zur Kapitale findet man bei dem Tracee der neuern deutschen Befestigungen; es ist also weder ersichtlich, wie jenes Werk etwas ganz Neues im Tracee darbiete, noch wodurch dessen gerühmte außergewöhnliche Widerstandsfähigkeit bedingt werde.

Wie verschieden übrigens die Ansichten über die Anwendbarkeit und Zweckmäßigkeit der einen und andern fortifikatorischen Einrichtung sind, geht recht deutlich hervor, wenn man des Verfassers Aeußerung: „Allerdings würde er (der Erbauer des Nordforts) durch Zurückziehung des Erdwalles und Trennung desselben vom Mauerwerk, denselben Zweck (der Richtung des Frontalfeuers auf die ausspringenden Winkel der Bastione) viel leichter und wirksamer erreicht haben" — (obwohl nicht einzusehen, wie gerade zu diesem Zweck diese Maaßregel führen soll), — die also den abgerückten Futtermauern einen großen Vorzug von dem anliegenden Revetement vindizirt, mit dem Urtheil des französischen Ingenieur-Hauptmann **Mangin** in seinem bekannten Werke: „die Polygonal-Befestigung, welche seit dem Jahre 1815 in Deutschland in Anwendung gekommen ist," — zusammenhält, der das abgerückte Revêtement in absprechendster Weise verwirft, und dem anliegenden den unbedingten Vorzug einräumt.

b) Die Beschreibungen der Befestigungen der Karabelnaja, also des Quadranten zwischen der Kiel-Bucht bis zur Südspitze des Kriegshafens, ist nicht der Art, daß man daraus eine einigermaaßen deutliche Vorstellung von denselben erhält, und doch dreht sich das Hauptinteresse um diesen Abschnitt. Wenn man das, was die darüber sich aussprechenden vereinzelten, stellenweise etwas unklar beschreibenden Quellen in der Tagesliteratur darbieten, vergleichend und kombinirend zusammenfaßt, so

kann folgende Skizze als annähernd richtig daraus entworfen werden:

1. In der ungefähren Mitte des, von der Kiel-Bucht zur Südspitze des Kriegshafen sich erstreckenden Bogens von circa 4000 Schritt Peripherielänge, lag der Malakhoff-Thurm, auf dem höchsten Punkte eines Plateaus, das östlich von der Kiel-Schlucht, westlich von der Otschakoff-Schlucht — die beide in der Richtung von S.-O. nach N.-W. zur Bai von Sebastopol hinstreichen — begrenzt wird. Vom Malakhoff aus, fällt dasselbe sowohl nach S.-O. hin, als auch gegen N.-W. ab; dieser Punkt dominirt also sowohl das Vorterrain, als auch das rückwärts belegene. Vor dem Thurm, von ihm mit seiner obern Kasemattenetage und der Plateform anfänglich kommendirt, liegt eine mehrfache Reihe von Erdwällen ohne Revetement und passageren Profiles, deren hintere die vorderen, an mehreren Stellen, vermöge des Abfalles des Terrains, überhöhen. Diese sämmtlichen Werke, die eine unregelmäßige, und namentlich vorwärts des Thurmes bastionaire oder lünettenartige Form gehabt haben mögen, aber seitwärts desselben courtinenartig westlich bis zur Otschakoff-Schlucht, östlich dagegen bis zu einem kleineren Thurm, (wahrscheinlich Pulverthurm) sich erstrekken, werden unter der Benennung „Korniloff-Bastion“ zusammengefaßt, ein Name, der wohl im Speziellen einem bastionsartigen Theile vorwärts des Malakhoff zuerst verliehen sein mag. Später, als der Malakhoff-Thurm bis auf seine unterste Etage abgetragen worden, wurde die ihm zunächst belegene Brustwehr nach hinten zu völlig geschlossen und abgeschnitten. Den westlichen Flügel dieser Linie bildet, hart an der Otschakoff-Schlucht und diese der Länge nach bestreichend, die sogenannte „Batterie Gervais.“ Die ganze Front dieses Abschnitts ist gegen Enfilade völlig gesichert. —

2. Zwischen der Otschakoff-Schlucht östlich, und der Südspitze des Kriegshafens westlich, also westlich von erstgenanntem Abschnitt, liegt eine Reihe von zusammenhängenden Verschanzun-

gen neben, und stellenweise in zwei- bis dreifacher Reihe voreinander „Bastion III. oder der große Redan“ genannt, letztere Benennung muthmaßlich von redanartig vorspringenden, zur Flankirung bestimmten Linien herrührend. Dieser Abschnitt wird in seiner Front auf dem westlichen Flügel zum Theil durch die Woronzoff-Schlucht gedeckt, die ebenfalls in der Richtung von S.-O. nach N.-W., ungefähr parallel mit der Otschakoff-Schlucht streicht, und an der Südspitze des Kriegshafens auslaufende, hier mit der großen Hafenschlucht sich vereinigt, welche letztere eine mehr südliche Richtung hat.

3. Oestlich von der Korniloff-Bastion, bis zu einer, auf einem ebenfalls dominirenden Punkte des ersterwähnten Plateaus, unfern, etwas südwestlich der Südspitze der Kiel-Bucht, belegenen Kaserne sich erstreckend, befindet sich eine unter dem Namen „Bastion II. oder der kleine Redan“ zusammengefaßte Reihe von Verschanzungen.

4. Endlich werden die östlich von jener Kaserne bis an den Rand der Bai sich hinziehenden, auf ihrem linken Flügel durch die davor liegende Kiel-Bucht und der Ausläufer der Kiel-Schlucht großentheils gedeckten Verschanzungen „Bastion I.“ genannt. Dieser Abschnitt scheint der Enfilade von Süden her zwar ausgesetzt gewesen zu sein, doch nur von beträchtlicher Distanze her.

Mit Ausnahme des Malakhoff-Thurmes, zweier kleinen unbedeutenden Thürme rechts und links der Bastion Korniloff, und jener zur Vertheidigung eingerichteten Kaserne, scheinen alle die, in dieser Vertheidigungslinie belegenen Werke, stark profilirte Erdwerke, mit einem Graben von durchschnittlich 10 Fuß Tiefe und 20—24 Fuß Breite gewesen zu sein, welche zum Theil hart vor den äußersten Häusern der Karabelnaja, theils bis auf 3—400 Schritt von denselben vorspringend, zu Anfang der Belagerung und im Verlauf derselben, wie die benöthigte Verstärkung des einen oder des andern Punktes es zu gebieten schien, angelegt worden sind.



Hinter denselben waren Blockhäuser, Blindagen, Magazine, Feldlazarethe ꝛc. bombenfest eingedeckt erbaut, theils mit Beginn, größtentheils aber erst im Verlauf der Belagerung.

5. Vorwärts dieser Linien sind dann, ebenfalls erst im Verlauf der Belagerung, noch erbaut:
   a) Die Kamschatka-Redoute vorwärts des Malakhoff, auf einer kleinen Terrainerhöhung.
   b) Die Redouten Wolhynien und Selenginsk, auf dem Sapoun-Berge östlich der Kiel-Schlucht,

erstere gegen das Centrum, letztere gegen den rechten Flügel des Angriffs. Veranlassung dazu mochte die große Entfernung der feindlichen Parallele (15—1600 Schritt) von der Hauptbefestigungslinie in Verbindung mit der anfänglichen Erfolglosigkeit des feindlichen Feuers, demnächst aber der Umstand gegeben haben, daß man diese Punkte von Hause aus mit in die Vertheidigungslinie zu ziehen zwar beabsichtigt hatte, zur Ausführung dieses Vorhabens aber keine Zeit bis zum Beginn des Angriffs gefunden hatte.

Das Terrain vor dem eben skizzirten östlichen Quadranten der Kabelnaja-Befestigung, namentlich die drei großen Schluchten, welche in der Richtung von S.-O. nach N.-W., von dem Plateau südlich der großen Bai von Sebastopol nach dem Kriegshafen resp. der Kiel-Schlucht hin ausliefen, nämlich:

die Kiel-Schlucht (Kielen-Balka) die östliche,
die Otschakoff-Schlucht, die mittlere,
die Woronzoff-Schlucht, die westliche,

endlich noch die große Hafen-Schlucht, westlich der letztern, scheinen das Defilement derjenigen Linien, welche Saillants bildeten, sehr begünstigt zu haben; ebenso die Anlage von Schützengräben (Embuskaden) vorwärts sämmtlicher Werke.

Diese Schützengräben haben muthmaßlich aus kurzen Kontre-Approchenästen, ungefähr parallel mit den Fronten bestanden, und steht zu muthmaßen, daß sie von jenen eingesehen, und theils von den vorgeschobenen Redouten,

theils von einigen Linien der Hauptbefestigung flankirt werden konnten.

Unläugbar gewährten sie der Vertheidigung großen Nutzen, und ihre Anwendung dürfte als ein, in dieser Ausdehnung noch nicht erprobtes Moment der Vertheidigung bezeichnet werden können. (Ganz neu sind sie nicht; in dem Handbuche für den preußischen Ingenieur von Dziobeck ist derselben Erwähnung geschehen.) Dennoch möchte dieselbe nicht für jede Vertheidigung unbedingt anzuempfehlen sein, vielmehr nur dann und so lange, als

1) das Feuer der Festung dem des Angreifers gewachsen ist, also einem Angriff mit dem Bajonett auf jene Gräben erfolgreich zu begegnen vermag.
2) Das physische und moralische Element der Besatzung dem der Angriffstruppen gleich steht.

Auf ihre Anlage und so ausgedehnte Anwendung dürfte der mangelnde gedeckte Weg sowohl, als auch das Bestreben geführt haben, die mit bessern Schußwaffen bewaffneten Schützen der Verbündeten in möglichster Entfernung von den Wällen und deren sehr zahlreichen Scharten zu halten, ihr Feuer also von diesen abzuleiten.

Ihr wesentlichster Nachtheil besteht darin, daß der Feind, wenn er sich ihrer bemächtigt hat, sie meist ohne große Mühe binnen kurzer Zeit in starke Logements für seine Schützen umzuwandeln vermag. —

6. Der westliche Quadrant, die Befestigungslinie von der Südspitze des Kriegshafens bis zum Quarantaine-Fort am Meeresufer ist von geringerem Interesse, weil die Alliirten bald den Schwerpunkt des Angriffs in den Malakhoff, also in den östlichen Quadranten legten. Wenn aber der Verfasser behauptet, daß von Anfang an dieser Punkt (der Malakhoff) zum Hauptangriffsobjekt ausersehen sei, so stimmt dies eben so wenig mit den, zu seiner Zeit in die Oeffentlichkeit gelangten Nachrichten überein, als auch namentlich der Umstand stark daran zweifeln läßt, daß anfänglich den Engländern der Angriff auf jenen Flügel aus-

schließlich zugewiesen worden war; es scheint vielmehr festzustehen, daß erst durch den französischen Ingenieur-General **Niel** die Veranlassung gegeben worden, den Schwerpunkt des Angriffs hierher zu legen. Die sämmtlichen, in Eile, aber unter genialer Benutzung aller vom Terrain gebotenen Vortheile erbauten Befestigungsanlagen, hatten — der Natur ihres Profiles nach, ein nur unbedeutendes absolutes Widerstandsvermögen; die Russen hatten in ihren frühern Kampagnen, namentlich vor Warschau 1831 als Angreifer, erprobt, daß selbst mit der äußersten Bravour vertheidigte Feldverschanzungen van größtmöglichster absoluter Stärke (Wola, Czyste 2c.) einem Sturm nicht zu widerstehen vermochten, wenn derselbe durch ein sehr überlegenes Artilleriefeuer vorbereitet werden kann. (Gegen Wola waren 96 russische Geschütze gleichzeitig in Thätigkeit, darunter ein großer Theil Positions-Batterien), während vor Silistria ihre Angriffe aus Mangel dieser Ueberlegenheit gescheitert waren. Darum gaben sie ihren Verschanzungen um Sebastopol denjenigen Exponenten, der ihre Widerstandsfähigkeit zu einer Potenz von sehr respektabler Größe erheben mußte: **den einer Geschützarmirung, die nach Zahl und Kaliber noch nirgend annähernd erreicht worden ist, und schwerlich je wieder irgendwo wird ermöglicht werden können.** Und nicht allein hierzu standen die Mittel ihnen zu Gebote, sondern auch dazu, diese Armirung aller eintretenden Verluste ungeachtet, stets in derselben Stärke zu erhalten, jeden Abgang sogleich wieder zu ersetzen. Berücksichtigt man dies, so wie ferner, daß die Angreifer nicht vorbereitet waren, auf so bedeutende Widerstandsmittel zu stoßen, und den Angriff mit Mitteln begannen, die höchstens dem absoluten Widerstandsvermögen der Werke und kaum der gewöhnlich üblichen Ausrüstung derselben mit Artillerie gewachsen waren, — so ist es so erklärlich als natürlich, daß sie dabei den kürzeren ziehen mußten und erst von Neuem beginnen konnten, als sie ihre Mittel mit denen des Vertheidigers einigermaaßen in's

Gleichgewicht gesetzt hatten. Eine Ueberlegenheit hat ihnen weder der Zahl, noch dem Kaliber nach, wohl je zu Gebote gestanden.

Weiter unten sagt der Verfasser selber:

„Es war damals (Dezember 1854) entschieden, daß wir „nicht die Mittel zur Einnahme der Stadt hatten, und „nicht anzunehmen, daß wir sie im Laufe des Winters be„kommen würden."

Wenn sich im August und September 1855 dennoch eine Ueberlegenheit geltend gemacht hat, so muß zu bedenken anheim gegeben werden, daß russischen Berichten nach, die Wallgänge 2c. hinter den Brustwehren der Verschanzungen von den Hohlgeschossen, die dieselben getroffen, so zerwühlt waren, daß eine Aufstellung von einer so großen Zahl von Geschützen, als anfänglich in Thätigkeit gesetzt werden konnten, aus diesem Grunde nicht mehr zu ermöglichen war. Hierin dürfte eine Bestätigung des schon oben erwähnten Vortheiles des Angreifers liegen: daß kein Geschoß die Werke erreiche, das nicht dem Vertheidiger, wenn nicht unmittelbar personelle oder materielle Verluste, so doch wenigstens Arbeit, und also Kraft und Zeitaufwand verursache.

Der Ausspruch des Verfassers: „Ihre (der Werke) Eigenthümlichkeit bestand in der Armirung, und sie führten mehr und schwerere Artillerie, als man früher zu verwenden pflegte," macht den Widerstand, den sie geleistet, mehr klar, als alle übrigen Deduktionen; er hätte nur besser sagen sollen: „und sie führten mehr und schwerere Artillerie, als man früher irgend wo verwenden konnte, deren jederzeitiger Ersatz überdies völlig gesichert war, so lange man sie überhaupt zu placiren vermochte."

a) Der Verfasser giebt die Entfernung der ersten Parallele des französischen Angriffs gegen die Westseite auf 600 Schritt an. Diese Entfernung ist eine, für jeden förmlichen Angriff zu geringe, wenn nicht ganz besondere Umstände, darunter beträchtliche Mittel an Artillerie, dafür sprechen, von Hause aus der Festung sich so weit zu nähern; hier war sie es, in Anbetracht der bedeutenden Geschützüberlegenheit des Vertheidigers, um so mehr. Der Erfolg kann nicht befremden. Wenn aber da-



gegen die Engländer 1500 bis 1600 Schritt mit der ersten Parallele und ihren ersten Batterien entfernt blieben, so kann deren Nichterfolg eben so wenig Wunder nehmen. Wie aber stimmt dies Bekenntniß mit einer, weiter oben befindlichen Aeußerung des Verfassers überein: „daß der Malakhoff schon am ersten Tage in Trümmer gelegt worden sei?" Man sieht, wie der Verfasser Resultate als für seine Ansichten sprechend hinstellt, an deren Richtigkeit zu zweifeln, er selber die Berechtigung ertheilt.

Die sehr naive Ansicht des Verfassers: „daß 2 oder 3 Schiffe, auf 360 Schritt an Fort Konstantin und das Quarantaine-Fort herangehend, beide Werke am Hafeneingange zerstört haben würden" — braucht nur pure erwähnt zu werden, um richtige Würdigung ihrer selber, so wie der Färbung gar vieler der, vom Verfasser dargelegten Ansichten zu finden, unter andern auch der, weiter unten ausgesprochenen: „daß der Versuch (in der Schlacht bei Balaklava) die verlorenen Geschütze der von den Russen erstürmten Redouten mit 700 Mann leichter Kavallerie einer verschanzten Macht von 20,000 Mann wieder abzunehmen, weniger tadelnswerth gewesen sei, als die Anlage jener Redouten." Der Verfasser will nun einmal à tout prix den Ingenieuren (um mich eines trivialen Ausdrucks zu bedienen) „etwas am Zeuge flicken" und läßt sich dabei zum Ausspruch von dergleichen hinreißen!

b) Das Urtheil des Verfassers über das Verhalten der Alliirten während des Winters, nachdem sie sich von der völligen Unzulänglichkeit der disponibeln Angriffsmittel zur Herbeiführung des baldigen Falles der Festung überzeugt hatten, entbehrt nicht der Begründung. Die Parallelen würden durch Anlage von Redouten vorwärts derselben — einer Art von Circumvallationslinie — und von einigen größern zu deren Unterstützung rückwärts der Parallele, muthmaßlich weniger von den Ausfällen zu leiden gehabt haben, und es würde zweifelsohne dadurch möglich geworden sein, die Tranchеewachen schwächer, den Laufgrabendienst also weniger anstrengend und aufreibend zu machen. Die Verwandlung der Parallele in eine Brustwehr

mit einem, der Festung zugekehrten Graben, wie der Verfasser will, würde ungleich mehr Arbeit gemacht haben, ohne mehr zu schützen.

c) Der Verfasser ist der Ansicht in Betreff des zweiten großen Bombardements im April 1855, daß die Russen durch Blenden ihrer Scharten und Beschränkung ihrer Geschützarmirung auf das Allernothwendigste wahrscheinlich eine bessere Taktik befolgt hätten, als durch Erwiederung des Feuers der Angriffsbatterien aus allen ihren Geschützen. Uns will dies unter den obwaltenden Umständen, wo der Ersatz demontirter Stücke völlig gesichert war, nicht so bedünken, denn es ist mehr als wahrscheinlich, daß die Angriffsbatterien gegen die dann verringerten Zielobjekte der geöffnet bleibenden Scharten ꝛc., durch ein zehntägiges unausgesetztes Feuer aus pr. pr. 300 Geschützen schwersten Kalibers, mit durchschnittlich 130 Schuß pro Tag, also mit pr. pr. 390,000 schweren Geschossen, deren und der dahinter aufgestellten Geschütze völligste Demontirung erreicht haben würden, und mindestens das Avanciren ihrer Sappen sehr erleichtert worden wäre. Den Russen konnte es auf den Verlust einiger Geschütze nicht ankommen; sie hatten zu deren Ersatz mehr als sie brauchten. Daraus, daß das Feuer der Angriffsbatterien aus einer, immer noch überlegenen Geschützzahl erwiedert, ihnen also während ihrer Thätigkeit auch hart zugesetzt wurde, läßt sich erklären, warum jenes furchtbare Feuer dennoch nicht von größerem Erfolge gegen die Werke war, und die Sappen nicht unter dessen Schutze bis hart an die Werke vorrückten.

Da der Verfasser bei dieser Gelegenheit von einem „rasanten Feuer" spricht, von einem solchen aber gegen Festungswerke nur beim Enfilir- oder Ricochettschuß die Rede sein kann, so steht zu vermuthen, daß manche Linien des Mast-Bastions (Nr. IV. der Russen), des Redans und Mamelons der Enfilade nicht haben entzogen werden können, und daß diese es gewesen, die vom Feuer der Belagerer vornehmlich gelitten haben.

d) Bei dem dritten Bombardement im Monat Juni 1855 hatten die Verbündeten die Hälfte mehr an Geschützen in Thätigkeit, als beim zweiten, und mögen wohl jetzt erst der Stärke der Festungs-Artillerie auf den angegriffenen Fronten gewachsen gewesen sein. Daraus dürfte denn auch der größere Effekt dieses, im Vergleich zu jenem herzuleiten sein.

Der glückliche Erfolg des Sturmes auf den Mamelon, die Steinbrüche und die Redouten auf dem Sapoun-Berge — womit die Vertheidiger ihre vorgeschobenen Positionen verloren — muß zum Theil dem Umstande beigemessen werden, daß die Trancheen diesen Werken ziemlich nahe gerückt waren, und die Angriffskolonnen ihre Reserven daher näher hatten, als jene Werke die ihrigen hinter der Hauptbefestigungslinie. Daß übrigens ein so exponirtes 800 Schritt vor der letzteren belegenes, keinesweges völlig sturmfreies Werk, wie der sogenannte Mamelon, mit 12 Geschützen armirt war, beweist, über welch bedeutende Mittel an Geschütz die Russen zu gebieten gehabt haben müssen.

e) Der verunglückte Sturmversuch am 18ten Juni 1855 muß, nächst der glänzenden Bravour der Vertheidiger, auch wohl dem Umstande beigemessen werden, daß die Sappen nach Angabe des Verfassers noch 600 Schritt von den Werken der Ostseite, um die der Kampf hauptsächlich sich drehte, auf der Westseite aber noch 240 Schritt, entfernt waren. Es trat also hier das umgekehrte Verhältniß ein — die Vertheidiger hatten ihre Reserven dicht hinter den angegriffenen Werken, während die des Angreifers von den Trancheen her einen viel größern Raum über freies Feld zurückzulegen hatten, um auf die Kampfespunkte zu gelangen. Zu dem hatten die Russen von diesem Sturm vorher genaue Nachricht erhalten, und ihre Maaßregeln dagegen so gut getroffen, daß ihnen der Erfolg sicher war.

Wenn der Verfasser für die Prinzipien, die er für die Befestigungskunst aufgestellt hat, einen Beweis aus dem furchtbaren Feuer und dem unerschütterlichen Widerstande, den die russische Besatzung bei dieser Gelegenheit leistete, herleiten will, so können

wir einen solchen darin nicht erblicken, denn es sind diese be
den Faktoren weder von dem Tracee noch von dem Profil ur
Revetement abhängig, sehr dagegen von der Nichteinschließun
und den unerschöpflichen Artillerie-Mitteln.

Auch hier wiederum, wie zum Oeftern schon gezeigt, giel
des Verfassers Aeußerung: „und in der Stadt ist jedenfall
mehr Material zur Vertheidigung als früher," einen Schlüsse
zur Lösung des Räthsels, warum nicht ein ebenso erfolg-
reicher und andauernder Widerstand bei einer derjenigen frü-
hern Vertheidigungen sich hat ermöglichen lassen, bei denen
der Vertheidiger auf diejenigen Mittel als Maximum be-
schränkt geblieben, über die er zur Zeit der völli-
gen Einschließung zu gebieten hatte. Der nachfol-
genden Einräumung; „allerdings ist die Belagerung unter et-
was abnormen Verhältnissen geführt, da die Stadt niemals
eingeschlossen worden ist," kann also auch das beiläufige
Gewicht, das ihr durch solche Ausdrucksweise gegeben, nicht
belassen, dasselbe muß vielmehr als ungleich schwerer in die
Waageschale der Vertheidigung fallend, bezeichnet werden, als
dies vom Verfasser geschieht.

Legen wir hierzu noch die Zähigkeit der russischen Truppen,
die von Altersher ihren Gipfelpunkt in Behauptung der Scholle
erreicht, (Zorndorf, Borodino) die im vorliegenden Falle in dem
Enthusiasmus, mit dem ihre Führer die Vertheidigung gerade
dieser Scholle „des heiligen Rußlands" sie zu beseelen gewußt
hatten, einen so hoch potenzirenden Exponenten fand, welcher
den Belagerern gänzlich abging, so wird und muß der unbe-
fangene und unpartheiische Beurtheiler den heldenmüthigen
Widerstand, den Sebastopol geleistet, diesen Umständen, und
nicht der absoluten Widerstandsfähigkeit seiner Befestigungen
beimessen. Zweifelsohne würden die Vertheidiger unter den-
selben Verhältnissen hinter bastionirten und revetirten Fronten
gleich Großes geleistet haben.

f) Wenn nichtsdestoweniger Sebastopol gefallen, so ist zu berück-
sichtigen, daß diese Katastrophe erst dann eingetreten, als die
Angreifer ihre Mittel bis zu einer Stärke vermehrt hatten, die



von dem Vortheil des Angreifers (siehe oben Punkt 1) „einen größern Raum zur Entwickelung seiner Streitkräfte zu Gebote zu haben," Gebrauch zu machen gestattete; nachdem ferner es in der Festung an Kanonieren zur Bedienung der Geschütze und zu den unaufhörlich erforderlichen artilleristischen Arbeiten mangelte; nach einer Beschießung, die nach ärztlichem Bericht durchschnittlich täglich 12—1500 Mann außer Gefecht setzte (am 7ten September sollen sogar gegen 3000 Mann in die Spitäler der Nordseite gebracht worden sein); nachdem die Wallgänge 2c. so zerwühlt waren, daß an vielen Orten Geschütze gar nicht mehr aufgestellt werden konnten, so daß von den disponibeln kein Gebrauch zu machen war; nachdem also die personellen Vertheidigungsstreitmittel, der Nichteinschließung ungeachtet, unzulänglich geworden, und deßhalb auch noch von den zulänglich vorhandenen materiellen nicht mehr der Gebrauch gemacht werden konnte, wie früherhin.

Und als die Festung gefallen, da standen die steinernen Bollwerke des Hafeneinganges, Fort Konstantin und Quarantaine-Fort, denen der Verfasser gern jede Widerstandsfähigkeit absprechen möchte, unversehrt, wie zum Anfange der Belagerung, und hatten die Versuche der Leviathans der hölzernen Bollwerke Alt-Englands, mit ihnen sich zu messen, glänzend zu Schanden gemacht, trotz deren großer Zahl, trotz Schraube und Dampf — zwar nicht weil, sondern obgleich sie ihre steinerne Rüstung, vom Wirbel bis zur Sohle, der Armade während 11 Monaten dargeboten hatten!

Es sei uns nun noch vergönnt hinzuzufügen, daß wir uns dem Schlußworte des Verfassers, „daß nämlich die Befestigungskunst nicht als reines Fachstudium ferner betrachtet werden müsse", mehr als seinen Deduktionen, und zwar in dem Sinne und insoweit anschließen, als dieselbe etwa von den Ingenieuren als ausschließliches Eigenthum in Anspruch genommen, den Einwänden resp. Vorschlägen aber, die Seitens der, zur Belebung der todten Erd- und Steinmassen berufenen Waffen der Infanterie und Artillerie, basirt auf Ermöglichung

ihrer günstigsten Wirksamkeit, gemacht werden, entweder gar nicht, oder doch nur insoweit Rechnung getragen werden sollte, als untergeordnete fortifikatorische Interessen dies zulässig erscheinen lassen.

Dergleichen ist früherhin allerdings wohl vorgekommen, und so manche Mißgriffe, die sich durch Beispiele belegen lassen, sind davon die Folge gewesen. Doch gehören dieselben einer vergangenen, unzweifelhaft einseitigen Epoche der Befestigungskunst an. — In der heutigen aber wird nicht von der Einmischung der Civilingenieure, die weder von dem Wesen der Vertheidigung eine Idee, noch eine genügende Kenntniß der Wirkung der Feuerwaffen haben, sondern von der einmüthigen Zusammenwirkung der drei Waffen, denen an der Vertheidigung der Festungen gleicher Antheil, wenn auch in verschiedenen Richtungen zusteht, sowohl beim Entwurf, als auch bei dem Akte selber — der Befestigungskunst das Heil erblühen, das die Vertheidigung der Staaten von ihr zu hoffen berechtigt ist.

Um schließlich darzulegen, wie der Verfasser jenes Aufsatzes seine, an der Bläße der Uebertreibung und leidenschaftlichen Eingenommenheit gegen die Ingenieure aller Zeiten und Länder kränkelnden Ansichten nach unserem Dafürhalten hätte modifiziren müssen, um damit vielleicht das Richtige zu treffen, das aus den neuesten Kriegsereignissen für den Festungskrieg und mithin auch für die Befestigungskunst zu schöpfen sein dürfte — sei es vergönnt, versuchsweise in wenige Sätze zusammenzufassen, was denkende und auf diesem Felde wohlbewanderte Militairs unserer Armee daraus abstrahirt haben.

1. Sämmtliche Steinbauten einer Festung müssen dem direkten Schusse von Außen her, womöglich auch den Schüssen in flachem Bogen über maskirende Werke hinweg, gänzlich entzogen werden.

2. Die Vervollkommnung des flankirenden (Ricochett-) Feuers weist darauf hin, jetzt noch mehr wie früherhin die Hauptlinien der Vertheidigung demselben zu entziehen. Dies ist nur durch — vom Tracee völlig unabhängig zu machende Benutzung des Terrains, und bei geraden gedehnten Fronten möglich; diese aber wiederum nur bei großen Festungen.

3. Die Vervollkommnung des Vertikalfeuers bedingt, völlig bombensichere Unterkunftsräume für Streitmittel und Besatzung, in zulänglicherer Anzahl und Ausdehnung als früher, bereits im Frieden zu schaffen; die bei eintretendem Kriegszustande erst zu errichtenden Holzbauten sind unzureichend dafür.
4. Die Ausrüstung der Festungen mit Artillerie-Streitmitteln bedarf einer Verstärkung; die früher dafür aufgestellten Grundsätze dürfen nicht mehr als maaßgebend betrachtet werden, weil:
   a) Die Kommunikations-Mittel der Neuzeit die schnelle Herbeischaffung eines großen Belagerungs-Trains und den Nachschub an Angriffsmitteln jeder Art von fern her so sehr erleichtert haben.
   b) Die Vervollkommnung des Artillerie-Feuers namentlich in Betreff derjenigen Schuß- resp. Wurfarten rapid vorwärts geschritten ist, welche dem Angriff mehr zu Statten kommen, als der Vertheidigung — des Vertikal- und flankirenden (Ricochett-) Feuers.
5. Um aber diese zu ermöglichen, ohne daß daraus unerschwingliche Kosten für die Staaten erwachsen, muß die Artillerie-Ausrüstung der kleinern Festungen — die durch die Kriegführung mit großen Heeren in der neuern und neuesten Zeit an Wichtigkeit ohnehin schon so beträchtlich eingebüßt haben — auf das Minimum beschränkt werden, dafür aber die der größern angemessen vermehrt. Bei den meisten kleinen Festungen dürfte eine Armirung gegen gewaltsamen Angriff nebst einem Surplus an schweren Kanonen und mittlern Mörsern genügen.
6. Zu energischer Vertheidigung ist die offensive Defensive unerläßlich. Erfolge von derselben, wenn sie irgend nennenswerth sein sollen, kann man sich nur für große Festungen und von solchen Vertheidigungstruppen versprechen, die den Angriffstruppen moralisch ebenbürtig sind, also nur von Feldtruppen, nicht von ausschließlichen Garnisontruppen. Erstere müssen einen Kern für letztere bilden. Es dürfte daher bei der Bestimmung der Garnisonen großer Festungen eine event. Verstärkung derselben durch Feldtruppen von Hause aus zum Be-

dingniß gestellt werden müssen. Daß hierzu die Ersatztruppen, die doch erst Feldtruppen werden sollen, nicht gerechnet werden können, liegt auf der Hand; erst während der Dauer der Vertheidigung können sie sich ihre Ebenbürtigkeit mit jenen erkämpfen.

Den sub. 1., 2. und 3. aufgestellten Behauptungen tragen die neuern Befestigungsgrundsätze, wie sie bei deutschen Festungen in Anwendung gekommen, bereits Rechnung; die Ereignisse vor Sebastopol dürften geeignet sein, auch den sub. 4., 5. und 6. ausgesprochenen Anerkennung und Erfüllung zu sichern.

Weigelt.



II.

Ein Geschoß für gezogene Geschütze nach dem Vorschlage des Kgl. Belgischen Lieutenants Charrin.

(Mit Figuren.)

In der am Anfang Juni 1856 zu Brüssel erschienenen 4. Lieferung des 10. Bandes des Journal de l'Armée belge, recueil d'art, d'histoire et de sciences militaires befindet sich ein Vorschlag des Königlich Belgischen Lieutenants Charrin zu einem Geschoß für gezogene Geschütze, der Beachtung zu verdienen scheint; wir theilen daher dem Leser denselben nachfolgend mit.

Beschreibung.

Fig. 1. zeigt das Geschoß, wie es aus dem Gusse kommt.

Fig. 2. giebt das fertige Geschoß.

Die Geschosse werden wie die gewöhnlichen von Gußeisen gegossen.

A ist der Kegel des Geschosses,

B die große innere Aushöhlung,

C die Oeffnung dieser Aushöhlung in Trichterform.

D sind die vier Oeffnungen zur Wirkung der Expansion des Gases. Wollte man die Fläche für die Wirksamkeit des Gases vergrößern, so könnte man diesen Oeffnungen die ovale Form der Figur 3 geben.

E ist eine Bleihülle die in eine Rinne des Geschosses eingegossen wird; sie hat eine Breite von 5 Centimeter und eine Dicke von 6 Millimeter.

F sind kreisförmige Rinnen, die entweder das Anbinden der Kartusche oder die Befestigung eines getalgten Serge-Pflasters am Geschosse gestatten.

Wenn die Kartusche nicht mit dem Geschosse verbunden ist, erscheint es einfacher, den cylindrischen Theil desselben mit einer getalgten Papierplatte zu versehen; in diesem Falle sind die letztgenannten Reifen nicht nothwendig.

Wenn das Caliber des Rohres beispielsweise einen Durchmesser von 9,5 Centimeter hat, so muß der des Geschosses ohne das Pflaster 9,3 Centimeter betragen, d. h. man muß einen Spielraum des Geschosses von 0,2 Centimeter haben.

Das Rohr hat vier Züge; die Breite jedes Zuges beträgt 3,5 Centimeter, seine Tiefe 3 Millimeter. Der Drall der Züge ist dergestalt, daß auf 3 Meter eine Umdrehung Statt findet.

Das gußeiserne Geschoß für den 6pfdr. wiegt 3,7 Kilogramme, das mit Bleihülle umgebene zum Gebrauch fertige 4,75 Kilogramme.

Fertigung des Geschosses.

Das Geschoß wird in gewöhnlicher Weise in Sand geformt; man kann es aber auch in Eisenformen gießen, die sich aber dann in einem starken Blocke befinden müssen, damit sie sich nur langsam erhitzen; nichts desto weniger würde man gut thun, das Innere dieser Formen mit einer leichten Decke von angefeuchtetem Thone zu versehen.

Wenn man in Sand formt, so muß das Holzmodell aus drei Stücken bestehen; das Geschoß kann im Eisen gleich fertig gegossen werden und bedarf keiner weiteren Ueberarbeitung.

Um die Bleihülle E zu bilden, füllt man die innere Höhlung B und die 4 Expansions-Oeffnungen d, läßt aber die beiden Oeffnungen k (Fig. 4) unverstopft. Man umgiebt hierauf das Geschoß mit einem Cylinder von starkem Blech, der aus zwei Halbcylindern besteht, die man mittelst zweier übergeschobenen Ringe von genauem Durchmesser an einander befestigt. Der Einguß befindet sich an einer der Verbindungsflächen des Cylinders, er muß ungefähr einen Centimeter Durchmesser haben. Man gießt das Blei sehr heiß (bei 350° C.) und sehr schnell; darauf entfernt man die beiden Spannringe, dann die beiden Cylinderhälften, zuletzt schneidet man den Gußzapfen ab.

Wenn man dies Geschoß mit einem Papierpflaster garnirt, so schneidet man von Patronenpapier einen Streifen, lang genug, um den cylindrischen Theil des Geschosses zwei Mal zu umgeben, und in der Breite von 10 Centimeter. Man bestreicht diesen Streifen dünn

mit Kleister, rollt ihn um das Geschoß, so daß zwei Centimeter Breite des Papiers die Basis überragen und drückt diesen Vorstand an die Wände des Trichters C an. Schließlich bestreicht man das Papierpflaster dünn mit Talg oder Seife.

Theorie.

Im Momente der Explosion wirken die in dem Geschoßtrichter vereinigten Pulvergase auf die vier Expansions-Oeffnungen und drücken das hier vorhandene Blei in die Züge. Dieses Eindrücken des Bleies beschränkt sich nicht auf die Flächen unmittelbar über den Expansionsöffnungen, denn die gegen die innere Fläche der Hülle E wirkenden Gase veranlassen dasselbe auf dem ganzen Umfange.

Da das Geschoß bei seinem Einführen in die Mündung mit einem getalgten Papierüberzuge versehen ist, so findet keine Reibung von Eisen auf Eisen, wie bei dem gegenwärtigen Systeme, Statt. Dies kann auch nicht bei dem Austritte aus der Mündung Statt finden, denn dann ist das Blei bereits ausgedehnt, die Hülle hat daher einen größeren Durchmesser als das Eisengeschoß erlangt, so daß also nur die mit dem Papierpflaster versehene Bleihülle in Berührung mit den Seelenwänden bleiben kann.

Demnach weniger Abnutzung der Seele, Fortfall der Anschläge und der aus ihnen resultirenden Beschädigungen. Das Verbleien der Züge wird durch das Papierpflaster verhindert.

Ferner Fortfall des bisherigen nunmehr unnütz gewordenen Spiegels, Vergrößerung der Treffwahrscheinlichkeit in Folge der Züge, Vermehrung der Intensität der Percussionswirkung, da die conische Form das Gewicht des Geschosses ohne Vergrößerung des Calibers vermehrt.

Ferner Vergrößerung der Schußweite und Percussionskraft:

1) weil die conische Form den Widerstand der Luft ermäßigt und das Eindringen in den getroffenen Gegenstand begünstigt;
2) weil der Trichter, der die Oeffnung der inneren Höhlung bildet, die Pulvergase zusammenhält und die Ausdehnung des Bleies jedes Entweichen zwischen Geschoß und Rohr verhindert, so daß also die ganze Action der Ladung für die Forttreibung des Projectiles nutzbar gemacht wird.

Alle bisher vorgeschlagenen Systeme erfordern entweder von hinten zu ladende Röhre oder Flügel von Metall oder Holz an dem Geschoß

Die Kosten der von hinten zu ladenden Geschützröhre würden bedeutend sein, wenn man die bestehenden durch sie ersetzen wollte.

In Bezug auf die Metallflügel möchten die Erfahrungen im Orientkriege als Lehre dienen können. Die Flügel von Holz blähen sich auf, zerstückeln im Rohr, sind schwer anzubringen u. s. w. Alle Flügel bilden stärkere Vorstände, nöthigen zu einer größeren Tiefe der Züge, wodurch die Haltbarkeit des Rohres gefährdet wird; außerdem bedingen sie eine besondere Aufmerksamkeit des ladenden Kanoniers, damit sie genau in die Züge hineingesetzt werden; dies ist eine Anforderung, die bei dem Pulverdampf und bei den Gefahren des Kampfes nicht leicht zu erfüllen ist. Bei dem Charrinschen Geschoß kann der ladende Kanonier das Projectil, nöthigenfalls mit geschlossenen Augen, eben so leicht einführen, wie die Rundkugel.

Verbesserungen.

Die vier Expansionsöffnungen, die nach der ursprünglichen Idee (Fig. 1. D) rund und cylindrisch waren, haben ihre Form geändert. Sie sind an der inneren Fläche des Geschosses rund geblieben und an der äußeren Fläche oval (h Fig. 4.) geworden, so daß sie jetzt eine Art Scharte bilden.

Dadurch ist gewonnen, daß die directe Wirksamkeit des Gases gegen eine viel größere Fläche der Bleihülle Statt findet, als früher.

Die beiden Kanten i der Hohlkehle zur Aufnahme des Bleies sind geneigt, damit der Druck des Gases den Bleiring nicht von dem Geschosse zu trennen vermag. Der Zwischenraum von 12 Millimeter zwischen den äußeren Oeffnungen der Expansionslöcher enthält einen Eisenzapfen mit glattem Kopfe, der mittelst des Gusses erzeugt wird und den Zweck hat, eine seitliche Drehung des Bleiringes auf dem Geschoß zu verhindern (k Fig. 4.). Diese Zapfen vertreten die beiden kleinen Löcher des ersten Planes.

Der Streifen C ist höher angebracht und zwar da, wo die Kurve des Konus beginnt, um sicherer die Reibung des Eisens des Geschosses an den Wänden der Seele zu vermeiden.

v. Ell.

III.

Beleuchtung des Aufsatzes Nr. 10. des ersten Hefts vierzigsten Bandes, die Bewaffnung der Fuß-Artillerie mit Gewehren betreffend*).

In dem Aufsatz Nr. 4. des ersten Hefts vierzigsten Bandes dieser Zeitschrift ist die Ansicht zu begründen versucht worden, daß es Bedürfniß sei, die Fuß-Artilleristen mit einer Schuß-Armwaffe zu versehen, um mit derselben ihre Batterien gegen schwache feindliche Abtheilungen mit Nachdruck vertheidigen zu können.

Zu dem Ende ist unter Anderen auch eines Kriegs-Vorfalles mit folgenden Worten gedacht worden:

„In dem Gefecht bei Vauchamps 1814 wurde die vom Lieute-
„nant v. Linger (jetzigen Generallieutenant) kommandirte Bat-
„terie der Brigade des General v. Ziethen durch den Einbruch
„polnischer Ulanen überrascht und weggenommen, ohne daß die
„Infanterie-Deckung dieses verhindern oder Hülfe bringen konnte.
„Der General v. Ziethen stürzte sich sogleich mit einer Schwa-
„dron, die er glücklicherweise bei der Hand hatte, auf die polni-
„schen Ulanen und warf sie aus der Batterie hinaus. Die

*) Mit der lebhaftesten Theilnahme beeilt sich die Redaktion, die vorliegende, auf der hierzu am meisten berechtigten Seite erweckte, Berichtigung einiger Mittheilungen des oben genannten Aufsatzes in ihre Zeitschrift aufzunehmen. D. R.

„Protzen waren unter dem zweiten Offizier bis hinter das Treffen „zurückgejagt und daher gleich wieder bei der Hand, da die Be„dienungs-Mannschaft aber größtentheils zerstreut oder niederge„stochen war, so konnte die Batterie nicht gleich wieder gefechts„fähig hergestellt werden, weshalb der General v. Ziethen das „Aufprotzen und Zurückgehen derselben befahl.“

Aus dieser Beschreibung ließe sich, wie zugegeben werden dürfte, von solchen, denen der wirkliche Vorgang nicht näher bekannt ist, unschwer etwa folgendes Bild von demselben abstrahiren:

Sogenannte Normal-Gefechts-Brigade-Aufstellung: Infanterie-Treffen. Die Fuß-Batterie auf einem Flügel vorgezogen, mit einer besonderen Infanteriedeckung in der äußeren Flanke. Auf demselben Flügel rückwärts der Infanterie eine Schwadron. — Ein halber Zug oder selbst auch ein ganzer Zug feindlicher Ulanen überrascht, in verdeckter Annäherung durch irgend welche Bodengestaltung begünstigt, die im Feuern begriffene Batterie und bricht in sie ein. Die Protzen jagen, die Geschütze stehen lassend, hinter das Treffen. Was von den Bedienungsmannschaften noch fortkommen kann, läuft davon. Der Brigade-Chef wirft den eingedrungenen Feind mit der zur Hand habenden Schwadron sogleich wieder aus der Batterie hinaus. Die Protzen fahren wieder vor. Da die davon gelaufenen Bedienungsmannschaften aber nicht aufzufinden, auch die bei den Geschützen gebliebenen größtentheils niedergestochen sind, so protzt die Batterie, weil sie in solchem Zustande nicht gleich wieder gefechtsfähig herzustellen ist, auf Befehl des Brigade-Chefs auf und marschirt nach rückwärts ab.

An diesem Bilde würden dann nur noch die schwieriger herauszufindenden Gründe fehlen, weshalb die Infanterie-Deckung den Einbruch der schwachen feindlichen Cavallerie nicht hindern oder keine Hülfe bringen konnte. —

Wenn nun aber in einem solchen oder ähnlichen, überhaupt in jedem Falle ein Davonjagen der Protzen unter Imstichlassen der Geschütze, insofern dazu nicht ein besonderer höherer Befehl ergangen ist, immerdar als unstatthaft und strafbar dürfte zu erachten sein, so sehe ich, der unterzeichnete, in jenem Aufsatz des Archivs, unter besonderer Hinzufügung seiner jetzigen Charge in der Armee Sr. Majestät, namentlich

genannte damalige Batterie-Commandeur, mich gedrungen, zunächst eine Darstellung des wirklichen Vorgangs bei der gedachten Episode aus dem Gefecht bei Vauchamps 1814 hier folgen zu lassen, aus welcher sich dann auch alle übrigen Unrichtigkeiten in den Eingangs gedachten Angaben jenes Aufsatzes im Archiv schon von selbst ergeben werden.

Zu der Zeit, als die Vorhut der Avantgarde des General v. Ziethen bereits bis Vauchamps vorgerückt und dort schon engagirt war, das Gros derselben mit der von mir kommandirten Batterie aber noch weiter zurück an der Chaussee ungefähr halbweges zwischen Vauchamps und dem von der Chaussee nach Janvilliers führenden Wege in der Rendezvousstellung stand, wurde mir der Befehl des General v. Ziethen überbracht, mit der Batterie unter Deckung durch das 7. Landwehr-Cavallerie-Regiment auf eine mir bezeichnete von letzterem Dorfe in der Richtung auf Vauchamps sich hinziehende Terrain-Erhebung zu rücken, um der umgebenden Cavallerie, der ich dort würde ansichtig werden, mich entgegenzustellen und sie von weiterem Vordringen abzuhalten. Die Batterie unter Führung des zweiten Offiziers in Begleitung des 7. Landwehr-Cavallerie-Regiments sofort in Marsch setzend, eilte ich derselben nach jener Höhe hin voraus und erblickte, dort angelangt, ganze Massen feindlicher Cavallerie in mehren mit beträchtlichen Distanzen auf einander folgenden Treffen in der Richtung auf Janvilliers schräg anrückend. Von diesseitigen Truppen nirgends eine Spur. Nachdem die Batterie, so schnell der tief aufgeweichte Boden es nur irgend zuließ, auf der Höhe angelangt und in die von mir ausgewählte Position gerückt war, ließ ich das Feuer sofort eröffnen und wies durch dasselbe ein im Trabe auf die Batterie zukommendes Cavallerie-Regiment vom 1. Treffen der inzwischen im weiteren Vorrücken gebliebenen feindlichen Massen auf nahe Kartätsch Distanze zurück. Die Front der Batterie, obschon die Kartätschwirkung durch den weichen Boden bedeutend an Wirkung verlieren mußte, fortan doch respektirend, zog sich hierauf, während die hinteren Massen in noch schrägerer, mit der Batterie fast parallelen Richtung weiterrückten, das vorderste Treffen über den rechten Flügel der Batterie, durch eine auf dem Abhange der Höhe gelegene Busch-Parthie theilweise gedeckt, weit hinaus, offenbar in der Absicht, auch die dies-

seitige Cavallerie-Deckung, welche in angemessenem Abstande von der Batterie sich rechts derselben aufgestellt hatte, zu überflügeln und auf diese Weise dem Feuerbereiche der Batterie sich möglichst entziehend, jene Deckung anzufallen. Es währte dann auch in der That nicht mehr lange, daß hinter jener Busch-Parthie hervorbrechend, sich feindliche Cavallerie in großer Uebermacht auf Front und rechte Flanke des 7. Landwehr-Cavallerie-Regiments warf und dasselbe durch so überlegene Angriffe zum Weichen brachte.

Eine massenhafte Cavallerie mir gegenüber habend, von der das 7. Landwehr-Cavallerie-Regiment verfolgenden feindlichen Cavallerie bald weit überflügelt und somit auch dem Angriffe in rechter Flanke und Rücken Preis gegeben, auch meine linke ebenfalls ganz schutzlose Flanke einem Anfalle feindlicher Cavallerie, welche sich um eine auf Kartätsch-Distance links am Abhange der Höhe gelegene andere größere Buschpartbie ungesehen herumgezogen haben konnte, möglicherweise jeden Augenblick ausgesetzt, blieb mir, da die Batterie in solcher Lage ganz außer Stande war, ihrem Auftrage gemäß, von der inne habenden Stellung aus die feindliche Cavallerie von weiterem Vordringen noch ferner abzuhalten, und bei noch längerem Verweilen dort unfehlbar die Beute eines ganz übermächtigen Feindes werden mußte, nur übrig, auch die Batterie zurückgehen zu lassen, um wenn möglich wieder in Verbindung mit diesseitigen Truppen zu kommen, bevor die Batterie von der feindlichen Cavallerie erreicht werden möchte, und so vielleicht noch eine rückwärts gelegene Stellung zu gewinnen, aus welcher ich mich dem Andringen der feindlichen Cavallerie von Neuem entgegenstellen könnte.

Da das Aufprotzen der beiden Geschütze des einen Zuges, welche auf besonders weichem Boden standen, sich verzögerte, aber keine Zeit zu verlieren war, so ließ ich die übrigen 6 Geschütze unter dem zweiten Officier sofort in der Richtung auf die Chaussee vorangehen, blieb für meine Person bei dem zur Zeit am meisten gefährdeten Zuge zurück und führte ihn nach vollbrachtem Aufprotzen in möglichst rascher Gangart nach. Indeß wurde dieser Zug, als ich mit ihm noch nicht die Hälfte des Vorsprungs der übrigen Geschütze hatte zurücklegen können, von über die Höhe daherstürzender, zahlreicher, feindlicher Cavallerie umzingelt, und als es mir persönlich gelungen war, noch die

Batterie von 6 Geschützen zu erreichen, brachen in demselben Augenblick auch schon ganze Schwärme feindlicher Cavallerie in dieselbe ein.

Die Batterie von 6 Geschützen war bis zur Chaussee und ziemlich wohl auf dieselbe Stelle gelangt, wo sie bei ihrer Absendung gegen die Cavallerie sich von der Infanterie des Gros der Avantgarde getrennt hatte. Die Infanterie hatte sie aber nicht mehr angetroffen; dieselbe war inzwischen nach Vauchamps vorgezogen worden, und vielleicht schon in diesem Augenblick oder doch bald nachher, allerdings nur unter Hinzutritt ungünstigster Umstände, der an jenem Tage überall mit ungeheurer Uebermacht auftretenden feindlichen Cavallerie fast gänzlich erlegen, bis auf die Schlesischen Schützen, welchen es unter ihrem tapferen Führer bekanntlich noch gelang, mit den Hirschfängern auf den Büchsen sich durch die feindliche Cavallerie Bahn zu brechen.

Auf dem ganzen weiten Gefechtsfelde war zu dieser Zeit außer der Batterie und dem 7. Landwehr-Cavallerie-Regiment nicht ein Preußischer oder Russischer Soldat. Nur in bedeutender Entfernung von mindestens über 2000 Schritt erblickte man auf einer von der Chaussee sich hinter Janvilliers fortziehenden Höhe, jedenfalls erst eben angelangte Truppen vom Gros des Corps, von deren rechtem Flügel einige vermuthlich auf die französischen Cavallerie-Massen gerichtete Kanonenschüsse fielen.

Erst einige, wenn auch nur kurze Zeit nach dem Einbruch der feindlichen Cavallerie in die Batterie näherte sich der General v. Ziethen, nur von seinen Adjutanten und Ordonanzen gefolgt, in der Richtung von Vauchamps her in raschester Gangart, sprengte, entschlossen, wie jener ausgezeichnete Anführer auch unter den schwierigsten Umständen stets war, der Batterie-Deckung, also dem 7. Landwehr-Cavallerie-Regiment nach, ließ es Front machen, und stürzte sich nun in der Richtung der Batterie auf die gänzlich aufgelöste, über das ganze Feld weitverbreitete französische Cavallerie und warf sie in solchem Zustande, trotz ihrer großen numerischen Uebermacht, aus der Batterie wieder hinaus.

Unmittelbar nach Befreiung der noch 6 Geschütze starken Batterie (den zurückgebliebenen Geschützzug fortzuschaffen, war der französischen Cavallerie unterdeß gelungen) richtete der General v. Ziethen die Worte an mich: „Nun, da haben Sie Ihre Batterie wieder", und

als ich ihm dankte, aber zugleich hinzufügte, daß doch 2 Geschütze verloren gegangen wären, antwortete er nur noch: „sie sind mit Ehren verloren", und befahl mir darauf sofort, so schleunig als möglich zurückzugehen.

Einige Zeit darauf und während in der Batterie Alles noch mit den zur Ausführung jenes Befehls zuförderst nöthigen Herstellungen beschäftigt war, trafen ein Paar Preußische Cavallerie-Regimenter, wahrscheinlich in Folge des schon früher erkannten Bedürfnisses einer Verstärkung der Avantgarde gegen die mächtige feindliche Umgehung ihres rechten Flügels aus der Reserve des Corps vorgezogen, bei der Batterie ein. —

Ueber die Vorgänge in der Batterie während des Getümmels in derselben nach dem Einbruch der feindlichen Cavallerie nun nur noch folgendes Hierhergehörige:

Während ein Theil der feindlichen Cavalleristen ihre Pferde nicht zu halten vermochte und also die Batterie theils nur durch-, theils vorbeisprengte, und dies auch vielen der noch weiter hinzustürzenden ebenso erging, waren die, welche innerhalb der Batterie hatten anhalten können, und jedes einzelne Geschütz dicht umzingelt hatten, vor Allem sichtlich darauf bedacht, ihre Beute zurück, und also vor jeglichem Wechselfall in Sicherheit zu bringen, wie in ähnlichen Fällen wohl stets dürfte verfahren werden, und woraus sich denn auch erklären läßt, daß die feindlichen Cavalleristen mit sehr wenigen Ausnahmen sich nicht zu einer unter den obwaltenden Umständen ganz nutzlosen und ihnen selbst deshalb nachtheiligen Metzelei anschickten, weil sie sich dadurch der für jenen Zweck in den Geschützgespannen und Batterie-Mannschaften sich ihnen darbietenden förderſamsten Mittel von vorn herein selbst beraubt hätten. Sonach waren denn die vorgekommenen Verwundungen meist nur die Folge der mit Ladezeug und Kantschuben — Cavalleriesäbel hatten die Fahrer bekanntlich noch nicht — thatsächlich sich documentirenden Weigerungen der Mannschaften, derer zu Fuß wie zu Pferde, den auf die Fortschaffung der Geschütze hinauslaufenden Anforderungen der feindlichen Cavalleristen Folge zu leisten; wie es denn beispielsweise vorkam, daß die Fahrer, nachdem sie sich beharrlich, zunächst passiv und dann activ dem Umkehren widersetzt hatten, zuletzt gezwungen, sich in Bewegung zu setzen,

ihr Geschütz in den Chausseegraben festfuhren und die Bedienungsmannschaften, welche selbstverständlich durchweg bei ihren Geschützen geblieben waren, sich denn wieder in derselben Art weigerten, zum Wiederhinausschaffen des Geschützes aus dem Graben Hand anzulegen. Und so kam es denn, daß, wenn auch allerdings mannigfache Verluste und Verwundungen nicht ausbleiben konnten, die Zahl der durch Lanze uud Säbel kampfunfähig gewordenen Mannschaften doch, wenigstens verhältnißmäßig sich nicht sehr beträchtlich herausstellte; wozu auch noch nicht wenig beigetragen hatte, daß die feindlichen Cavalleristen — wenigstens der Mehrzahl nach gewiß keine Polen — ihrer Pferde wenig mächtig waren, wodurch der wirksame Gebrauch ihrer Waffen ungemein beeinträchtigt wurde, und daß ihnen vor dem gezwungenen Wiederverlassen der Batterie keine Zeit geblieben war, noch größeren Schaden anzurichten, da der vom General v. Ziethen angeführte Angriff des 7. Landwehr-Cavallerie-Regiments zu unerwartet und vehement über sie kam.

Aus dieser Darstellung des Vorgangs, aus der solche Details weggelassen worden, welche, wie das besonders hervorstechende Benehmen Einzelner, den Zweck dieser Zeilen überschreiten würden, ergeben sich nun von selbst folgende Unrichtigkeiten der vorgedachten Angaben in dem betreffenden Aufsatz des Archivs:

Die Batterie gerieth nicht durch Ueberraschung, sondern dadurch in feindliche Hände, daß ihre Bedeckung aus dem Felde geschlagen worden.

Jene Bedeckung bestand nicht aus Infanterie, sondern aus dem 7. Landwehr-Cavallerie-Regiment.

Der Grund, weshalb die angebliche Infanterie-Deckung den Einbruch der feindlichen Cavallerie weder hindern noch Hülfe bringen konnte, ist freilich nicht angegeben; indeß, so wie die Sache lag, war derselbe einfach der, daß eine solche Deckung gar nicht vorhanden war.

Nicht sogleich stürzte sich der General v. Ziethen auf die feindliche Cavallerie, und zwar deshalb nicht, weil er nicht zur Stelle war, als der Einbruch in die Batterie erfolgte, sondern vielmehr, wenn er auch im Heransprengen von Vauchamps her aus der Ferne den Vorgang gesehen haben mag, zuvörderst eintreffen und hinter der Batterie weg die Hülfe von rückwärts her herbeiholen mußte.

Nicht mit einer Schwadron, die er glücklicherweise bei der Hand gehabt haben soll, stürzte sich der General v. Ziethen auf die feindliche Cavallerie und warf sie aus der Batterie hinaus, sondern mit dem 7. Landwehr-Cavallerie-Regiment, welches der Batterie zur Deckung beigegeben worden war.

Die Protzen waren nicht zurückgejagt, die Bedienungs-Mannschaft war nicht größtentheils zerstreut oder niedergestochen. Alles ist auf seinem Posten geblieben, kein Mann hat sich entfernt.

Nicht ein Infanterist, geschweige denn ein Treffen, hinter welches die Protzen hätten zurückjagen können und angeblich zurückgejagt sein sollen, war in der Nähe. — Wäre es aber auch in der Nähe gewesen, so würden die Protzen, selbst wenn sie noch Zeit dazu gehabt hätten, doch nicht hinter dasselbe davon gejagt sein und die Geschütze im Stich gelassen haben. Ohne Befehl würde das nicht geschehen sein, dessen bin ich von den Batterie-Mannschaften so fest überzeugt, wie von meinem Leben, und der Befehl würde dazu nimmermehr gegeben worden sein. Man würde vielmehr erwartet haben, daß das Infanterie-Treffen, wäre ein solches in der Nähe gewesen, selbst Hülfe gebracht haben würde. —

Ob die Batterie gleich wieder gefechtsfähig werde herzustellen sein, konnte der General v. Ziethen, als er mir den Befehl ertheilte, so schnell als möglich zurückzugehen, noch gar nicht wissen; denn dieser Befehl erfolgte unmittelbar nach Befreiung der Batterie. — Daraus, daß der Befehl sofort erfolgte, läßt sich vielmehr schließen, daß die Gefechtslage dazu Veranlassung gegeben, welche im Allgemeinen schon genügend aus dem Vorangeführten uud noch näher sich daraus wird erkennen lassen, daß die feindliche Cavallerie, von welcher allein 6000 Pferde den rechten Flügel der Avantgarde umgangen hatten, bei ihrer in der Gesammtstärke gegen die der Cavallerie des ganzen diesseitigen Corps bekanntlich fünffachen Uebermacht, ihre so überlegenen Angriffe jeden Augenblick von Neuem fortsetzen konnte. — Ließ man doch auf dem bald darauf beginnenden Rückzuge des Corps, um nicht aufgehalten zu werden, die Masse der Artillerie, deren Bewegungen durch den tief aufgeweichten Boden erschwert wurden, auf der Chaussee zuerst abmarschiren, und soll in den Gefechten während dieses schwierigen

Rückzuges selbst der Fall vorgekommen sein, daß die Preußische Cavallerie in einer gegen die feindliche genommenen Aufstellung ihre reitende Batterie nicht vorzog, weil man fürchtete, sie in dem aufgelösten Boden zu verlieren. —

Hiermit wären dann die unrichtigen Angaben in dem betreffenden Aufsatze widerlegt. Nothgedrungen ist es geschehen. Ich war es mir und der braven Batterie, bei der ich den ganzen Feldzug 1813 hindurch gestanden und welche ich in Folge besonderen Vertrauens des General v. Ziethen, als einer der allerjüngsten Artillerie Offiziere vom damaligen 2. Armee-Corps, 1814 zu kommandiren die Ehre gehabt habe, um so mehr schuldig, als ich, wären die Protzen, die Geschütze stehen lassend, davongejagt — anstatt der der Batterie, wie auch ihrem Commandeur für das Verhalten in jenem Gefecht allseitig mündlich wie thatsächlich gewordenen Anerkennungen — von dem General v. Ziethen selbst, ungeachtet der vollen Gewogenheit, welche er mir und der Batterie schenkte, unfehlbar und mit Recht vor ein Kriegsgericht würde gestellt worden sein. Und dies würde mit mir einem Jeden so ergangen sein, welcher ein dergleichen unstatthaftes Verfahren ohne meinen Befehl eingeschlagen oder zugelassen hätte. — Denn ich wiederhole: ohne höheren ausdrücklichen Befehl dürfen weder die Protzen, noch die Bedienungsmannschaften die Geschütze verlassen, und solch höherer Befehl wird bei dem damit verbundenen großen Risiko nur in den allerseltensten Fällen erfolgen. Mir ist aus der Kriegsgeschichte nur ein solcher bei der englischen Armee in der Schlacht bei Belle-Alliance (englisch Schlacht bei Waterloo) vorgekommener Fall bekannt, wo bei dem mächtigen Angriff der französischen Cavallerie auf den englisch-alliirten rechten Flügel, einer besondern vorhergegebenen Bestimmung des Herzogs von Wellington gemäß, die Artilleristen (also, obgleich es in dem Werk „Geschichte des Krieges 1815 von Siborne" nicht ausgedrückt ist, selbstverständlich doch auch die Protzen) bei der Annäherung der Cavallerie sich zurückzogen und hinter den Quarrées, dringenden Falls selbst unter die Bajonette der äußeren niedergeknieten Glieder sich hinwerfend, Schutz suchten. —

Aus dem Vorangeführten geht nun aber zugleich auch wohl genügend hervor, daß der betreffende Kriegs-Vorfall nicht zu denen gehört, wo es nach der in jenem Aufsatz des Archivs vertretenen Ansicht

darauf ankommen würde, durch die Bedienungs-Mannschaften der Fuß-Batterien mittelst ihnen zugetheilter Schieß-Armwaffen ihre Batterien gegen schwache feindliche Abtheilungen mit Nachdruck vertheidigen zu lassen.

Und wenn in jenem Aufsatz ausgesprochen wird: schon aus dem betreffenden Kriegs-Vorfall und aus dem angezogenen Beispiel zweier reitenden Batterien in den Schlachten von Auerstädt und Jena dürfe hervorgehen, daß die Mannschaften einer Fuß-Batterie durch Bewaffnung mit Feuergewehren in den Stand gesetzt sein würden, ihr Geschütz gegen einen in die Batterie eindringenden Feind zu vertheidigen, so hätte es, was die Vorgänge bei jenen beiden reitenden Batterien betrifft, wohl näher gelegen, daraus Folgerungen für die reitende Artillerie, statt für die Fuß-Artillerie zu ziehen, wobei sich freilich, horribile dictu, bis zur Bewaffnung sogar auch der ersteren mit Schieß-Armwaffen gelangen ließe.

Was aber den Vorgang mit der in dem Gefecht bei Vauchamps von mir kommandirten Batterie anbelangt, so vermag ich wenigstens nicht abzusehen, welchen Nutzen die Batterie aus den Schieß-Armwaffen der Fuß-Mannschaften, wären sie damit versehen gewesen, hätten ziehen können.

Daß, während sogar die erprobtesten, in Bravour unübertroffenen Bataillone unter ihren tapferen Führern einer Cavallerie von übermächtiger Stärke unterliegen können, wie dies bei Vauchamps, allerdings unter den ungünstigsten Umständen, sich ereignete, eine Batterie, von ihrer ebenfalls durch große Uebermacht zurückgeworfenen Cavallerie-Deckung getrennt, von jeder anderweiten Hülfe weit entfernt, dem Angriff von allen Seiten ausgesetzt, durch das Gewehrfeuer der geringen Zahl von Bedienungs-Mannschaft, selbst wenn sie reglementsmäßig vollzählig wäre, was im Verlauf eines Krieges oft nicht der Fall ist und auch bei der von mir kommandirten Batterie bei Weitem nicht stattfand, den Einbruch einer zahlreichen Cavallerie sollte abwehren können, wird schwerlich irgend Jemand behaupten wollen.

Ich mindestens zweifle nicht, daß jeder Cavallerie-Offizier schon gegen die Annahme entschieden protestiren würde: eine wenn auch an Zahl verhältnißmäßig wenig beträchtliche Abtheilung entschlossener

Cavallerie werde sich unter solchen Umständen durch das Gewehrfeuer der Bedienungs-Mannschaft vom Eindringen in die Batterie abhalten lassen, und das um so weniger, als eine solche Batterie sowohl in den Flanken, wo jenes Gewehrfeuer von den den Flanken abstehenden Geschützen her durch die vorstehenden und die Batterie-Gespanne, als im Rücken, wo das Gewehrfeuer von allen Geschützen durch die Gespanne ungemein beschränkt wird, dem Einbruche der Cavallerie ausnehmend schwache Punkte darbietet.

In dem Feuer ihrer eigenen Geschütze hat die Artillerie deren Vertheidigung bis zum letzten Augenblick zu suchen. Wird sie in der Bewegung angegriffen und können die Geschütze nicht mehr rechtzeitig schußfertig gemacht werden, oder reicht das Geschützfeuer zur Vertheidigung nicht aus, wie dies bei einer von jeder anderweiten Hülfe abgeschnittenen Batterie, nicht allein einer übermächtigen, sondern selbst einer nicht sehr beträchtlichen aber entschlossenen Cavallerie gegenüber unfehlbar der Fall sein wird, dann werden Schuß-Armwaffen der Bedienungs-Mannschaft den Einbruch solcher Cavallerie sicher nicht hindern können.

In der Schlacht bei Waterloo (Belle Alliance) ließen sich die französischen Cuirassiere selbst durch das mörderische Kartätschfeuer der englisch-allirten Batterien, aus denen sie noch auf 50 Schritt eine letzte Salve erhielten, nicht davon abhalten, in die Batterien ein- und durch sie durchzudringen, die Attake gegen die dahinterstehenden Quarrées fortsetzend. Wenn selbst das mörderische Kartätschfeuer nicht zureichte, die Cavallerie von der Front von Batterien abzuweisen, hinter denen mächtige und bis dahin unerschütterte Quarrées standen, wer wollte wohl, ich frage, behaupten, eine Batterie werde dies durch das Gewehrfeuer ihrer Bedienungs-Mannschaften vermögen, und sogar dann noch werde sie durch dieses Feuer selbst nur eine Cavallerie-Abtheilung mäßigster Stärke vom Eindringen abhalten können, wenn sie von jeglicher anderen Hülfe abgeschnitten, zugleich auch den Angriffen auf die so überaus schwachen Seiten — Flanken und Rücken — ausgesetzt ist.

Ist die Cavallerie aber eingedrungen und befindet sich zwischen den Geschützen, dann würde durch das Feuern der zwischen den Rädern sich gruppirten Bedienungsmannschaften aus ihren Schieß-Arm-

waffen in solches Pêle-mêle hinein, Freund wie Feind diesem Feuer ausgesetzt sein, und es könnte sich ereignen, daß durch Tödtung und Verwundung eigener Pferde und Mannschaften, besonders ersterer, verbunden mit dem Verlust durch die feindliche Cavallerie selbst, die nun nicht mehr schonen wird, die Batterie, wird sie für den Augenblick wieder befreit, nicht mehr im Stande sein möchte, die Geschütze fortzuschaffen, so lange noch Zeit dazu ist.

Wäre hiernach die von mir kommandirte Batterie, hätte ihre Bedienungs-Mannschaft Schuß-Armwaffen gehabt, aus der Stellung auf der Höhe, von wo sie die feindliche Cavallerie beschoß, nach Zurückwerfung ihrer Bedeckung nicht zurückgegangen, sondern stehen geblieben, und hätte sich dort mit jenen Waffen vertheidigen wollen, so wäre sie augenscheinlich in ihrer ganzen Stärke von 8 Geschützen auf eine unverantwortliche Weise ganz unnütz unrettbar verloren gegangen.

Hätte sie aber, nachdem sie zurückgegangen, sich gegen die Cavallerie, welche demnächst auf und in sie eindrang, der Schuß-Armwaffen, wären sie vorhanden gewesen, bedienen wollen, so würde sie in Folge dessen voraussichtlich der Mittel beraubt worden sein, nach ihrer Wiederbefreiung die Geschütze fortzuschaffen, während ohne eine solche Bewaffnung ihrer Bedienungs-Mannschaft in Folge der Hülfe, welche ihr noch grade rechtzeitig zukam und nur auf der rückwärtigen Stelle, die sie bereits erreicht hatte, überdies auch hier nur in Verbindung mit dem Aufenthalt, welchen die feindlicherseits beabsichtigte Fortschaffung der Geschütze durch die besonnene, muthige und beharrliche Weigerung der Batterie-Mannschaften, dabei mitzuwirken, erfuhr, grade noch rechtzeitig zukommen konnte, 6 Geschütze der Batterie gerettet wurden.

Sonach hat mich denn jener in dem Gefecht bei Vauchamps selbst erlebte Fall, einer Ausrüstung der Fuß-Artilleristen mit Schieß-Armwaffen, noch dazu den vielen erheblichen Nachtheilen gegenüber, die dadurch im Frieden, wie im Kriege meiner festen Ansicht nach der Artillerie erwachsen würden, nicht geneigt machen können. Auch durch das Beispiel der französischen Artillerie werde ich mich noch nicht bekehren lassen, deren Fuß-Artillerie, wie in dem betreffenden Aufsatz des Archivs geltend gemacht wird, allerdings schon seit langen Jahren

Gewehre führt, während dies aber bei allen übrigen Großmächten, deren Armeen es doch auch nicht an ausgedehnter Kriegs-Erfahrung gebricht, nicht der Fall und also bisher mindestens nicht für nöthig erachtet worden ist.

Will man dem entgegen das Bedürfniß historisch begründen, dann käme es meinem Dafürhalten nach zunächst darauf an, aus authentischen Quellen mit völliger Zuverlässigkeit nicht allein die Fälle, mit allen dabei vorgekommenen wesentlichen Details, zusammenzustellen, in welchen Feld-Geschütze und wie viele derselben in Gefechten oder auf Märschen aus Mangel einer Bedeckung in schwache feindliche Hände fielen und welche davon nicht wieder zurückerobert werden konnten, sondern auch und vor Allem in derselben völlig zuverlässigen Weise, wenn auch nur einen Fall festzustellen, in welchem französische Geschütze beim Mangel einer Bedeckung einzig und allein durch die Schießgewehre der Bedienungs-Mannschaft in der That nachdrücklich, also gegen eine entschlossene feindliche Abtheilung und mit solchem Erfolge vertheidigt worden sind, daß die Geschütze dadurch gerettet wurden. Erst, wenn solche Nachweise geführt worden sind — (ob es überhaupt möglich sein werde, steht allerdings dahin) — ließe sich weiter über die Sache sprechen. Bis dahin werde ich wenigstens bei der Meinung beharren, daß es Sache der Truppenführer ist, für die Sicherheit der Artillerie nach aller Möglichkeit Sorge zu tragen, und sie namentlich in allen Fällen, wo es nöthig wird, durch ihr besonders zugetheilte ausreichende Bedeckung davor zu schützen, daß sie die Beute schwacher feindlicher Abtheilungen werde. Daß es an solcher Vorsorge nicht fehlen, und daß sie ausreichen werde, bin ich überzeugt; dafür bürgt die Waffenbrüderschaft, der Werth, welcher im Kriege auf die Artillerie überall gelegt wird, der empfindliche Nachtheil eines Verlustes an Geschützen und was noch insbesondere eine im Feuern begriffene Batterie betrifft, die so nahe liegende Betrachtung, daß die Artillerie sich nicht mit Gewehr- oder Karabinerkugeln, oder gar mit dem Bajonett vertheidigen und zu gleicher Zeit mit Kartätschen feuern kann, im ersteren Falle also der oft äußerst wichtige und dringende Zweck ihrer Aufstellung zum möglichen schwersten Nachtheil auch für die anderen Truppen und für den ganzen Erfolg überhaupt verloren gehen würde.

Einzelne ganz unvorherzusehende Ausnahmefälle, wo solche Vorsorge der Truppenführer nicht ausreichen sollte, dürften meiner Ansicht nach noch nicht entscheidend sein.

Es läßt sich wohl annehmen, daß in den Armeen aller derjenigen Großmächte, deren Fuß-Artilleristen keine Gewehre tragen, dieselbe Meinung das entschiedene Uebergewicht habe.

Breslau, den 27. November 1856.

v. Linger,
Generallieutenant und Inspecteur
der 3. Artillerie-Inspection.

IV.

Die Bewaffnung des Artilleristen.

---

1. Einleitung.

Es ist die Frage, wie der Artillerist am besten zu bewaffnen sei, schon sehr häufig behandelt worden; recht überzeugend müssen aber doch die Gründe für die eine oder die andere Art der Bewaffnung noch nicht dargestellt sein, oder, wenn sie es waren, so fanden sie nicht das gewünschte Gehör, denn andernfalls sähe man beispielsweise nicht die Truppen zu Fuß einer Artillerie ganz ohne Feuergewehre, einer andren im Kriege und im Frieden mit Feuergewehren, einer dritten zum Theil mit, zum Theil ohne dieselben, einer vierten im Frieden mit, im Kriege ohne Feuergewehre. Die kürzere oder längere Dienstzeit des Artilleristen, die Verschiedenheit der strengen Klassifizirung der Ausbildungszweige in absolut und relativ nothwendige, in unentbehrliche und nur nützliche reichen nicht hin, um diesen großen Unterschied in der Bewaffnung zu rechtfertigen; dazu ist letztere zu wichtig, und unmöglich kann man es als eine alleinige Folge der kurzen Dienstzeit oder dieser Klassifizirung ansehen, wenn man die Bewaffnung mit Feuergewehren ganz unterläßt und doch bei recht kurzer Dienstzeit die nöthige Zeit findet, um den Artilleristen im Turnen, Laufen, Springen, Schwimmen und Voltigiren zu üben. Es giebt aber noch einen andern Grund, warum die Wiederaufnahme der überschriebenen Frage von

Nutzen sein dürfte, nämlich die Wahrscheinlichkeit, daß das seiner vollkommenen Ausführung immer mehr sich nähernde Prinzip der fahrenden Artillerie und die große Verbesserung der Infanterie-Gewehre einen Einfluß auf die Bewaffnung der Artilleristen ausübe. Die nachfolgenden Zeilen sind im Hinblick auf diese großen Fortschritte im Kriegswesen und in der Absicht geschrieben, die weiten Grenzen in den Bewaffnungs-Prinzipien für den Artilleristen zunächst wenigstens verengen zu helfen.

Obgleich die angeregte Frage nach allen Richtungen wenigstens kurz erwogen werden soll, so erscheint es doch natürlich, sie vorzugsweise in denjenigen Beziehungen einer Erörterung zu unterwerfen, in denen heute die größten Verschiedenheiten ihrer Auffassung gefunden werden, nämlich in Bezug auf die Bewaffnung des Mannes, der Bedienung, des Geschützes, der Feld-, Festungs- und Belagerungs-Artillerie, und des Fahrers der Feld-Artillerie mit einer Feuerwaffe.

Das Ergebniß dieser Untersuchung dürfte am schnellsten und bestimmtesten zu Tage gefördert werden, indem zuerst erwogen wird, welche Theile der Artillerie für ihre Mannschaft bedeutenden Nutzen zu erwarten haben, welche Nachtheile oder Unbequemlichkeiten sich den dadurch erreichten Vortheilen beigesellen, wie diese Feuerwaffe beschaffen sein müsse, und wie weit die Ausbildung in ihrem Gebrauch nur reichen dürfe. Ist man über den Antheil einig, den das Feuergewehr in den verschiedenen Fraktionen der Artillerie und in den verschiedenen Hauptbestimmungen und Lagen des Artilleristen an seine persönliche Bewaffnung haben muß, so findet sich dann sehr leicht die beste Ausrüstung desselben mit einem Seitengewehr.

II. Welchem Manne der Artillerie ist ein Feuergewehr zu seiner persönlichen Bewaffnung von großem Nutzen oder selbst unerläßlich?

A. Bei Kriegsdiensten.

Wir betrachten hierbei die Artillerie zunächst in Verhältnissen des Krieges. Die reitende Artillerie macht uns dabei wenig Bedenken; dem Manne der Bedienung ist eine Pistole in sehr

vielen Fällen seines Dienstes gewiß sehr nützlich, ob dem Fahrer, soll gemeinschaftlich mit den Rücksichten auf den Fahrer der fahrenden*) Batterien und der Fahrzeuge der Parks erwogen werden. Anders ist es mit den Bedienungs-Mannschaften der fahrenden Batterien; sie erzeugen die Hauptbedenken, und die Gewinnung einer festen Meinung ist bei ihnen am schwersten. Die geringste Kriegs-Erfahrung, und selbst schon eine nur im Frieden gewonnene, richtig begründete Vorstellung von Kriegszuständen wird nicht zweifeln lassen, daß **die Bedienungs-Mannschaften der fahrenden Batterien oder wenigstens ein Theil derselben** in folgenden Fällen einer Feuerwaffe dringend bedürfen:

1. **Bei der Bewachung parkirter Batterien in Kantonnirungen, vorzugsweise in feindlichem Lande, für die Schildwachen und Wachen.**

Schildwachen, nur mit Seitengewehren bewaffnet, können den in Entfernungen von 100 bis 300 Schritt von bewohnten Häusern parkirten Batterien nicht einmal genügende Sicherheit gegen Neckereien und kleinen Unfug weniger Personen gewähren. Ihr Ruf wird auch in der Nacht und bei schlechtem Wetter durch die in dem nächsten Hause untergebrachte Wache nicht vernommen, ein Schuß ist dazu besser geeignet. Beispiele von muthwilligen Beschädigungen und Entwendungen sind da sehr häufig vorgekommen, wo die Schildwachen kein Feuergewehr hatten. Hierbei ließe sich die Meinung hören, ob nicht eine Pistole genüge, obgleich dem Gewehr der Vorzug nicht versagt werden wird.

2. **Bei Fouragirungen der Batterien und Kantonnirungen, Lagern und Bivouacs.**

Ohne Feuergewehre sind die fouragirenden Mannschaften sehr schlecht gedeckt; sie bedürfen einer mit Gewehren bewaffneten Begleitung. Pistolen würden dabei den Zweck höchst mangelhaft erfüllen. Hätte die Artillerie der kombinirt-französischen Armeen in den Kriegen in Spanien von 1807 bis 1812 und in dem russischen Kriege von 1812 den fouragirenden Fahrern nicht Bedienungs-Mannschaften mit

*) und der Fuß-Batterien, wo solche noch rein bestehen, oder wo man für fahrende Batterien den Namen „Fuß-Batterien" beibehalten hat.

Gewehren beigeben können, so würden die Bewohner dieser Länder viele Fouragirungen der Batterien vereitelt, oder manchen Verlust an Mannschaft bewirkt haben. Die Kommandirung von Begleit-Mannschaften der Infanterie bei jeder solchen Gelegenheit ist für diese Truppe sehr lästig, oft unthunlich, und die Maaßregel, deshalb, so wie wegen der Punkte 1, 3 und 4, jeder Batterie ein permanentes Kommando von Infanterie oder eine besondere Partikular-Bedeckung beizugeben, ist für die untergeordnete Beschaffenheit dieser Zwecke an lebendem Kriegsmaterial und an Geld zu kostbar, in der großen Mehrheit der Zustände der Batterie überflüssig, in mehren andern Zuständen dennoch oft unzureichend.

3. Bei Märschen ohne Begleitung anderer Truppen in Gegenden, welche einen feindlichen Anfall nicht ganz unmöglich machen, und durch eine feindlich gesinnte Bevölkerung bewohnt sind.

Die Erfahrungen der Jahrhunderte bestätigen hierbei den Nutzen der Gewehre; durch Pistolen ist er nicht zu erreichen. Und selbst wenn Detaschements anderer Truppen zur Begleitung der Batterien bestimmt sind, werden die Feuergewehre der Bedienungs-Mannschaften nicht überflüssig, sondern vermehren den Grad der Sicherheit der Artillerie.

4. Es können auch Fälle eintreten (wenn auch nicht häufige), in denen die Bedienungs-Mannschaft der Geschütze sie selbst mittelst Feuergewehre gegen nahe feindliche Anfälle mit Vortheil vertheidigen würde, und wo, bei Pausen in dem Geschützfeuer, die Vertheidigung einer Stellung durch Mitwirkung der Artilleristen mittelst Gewehre gefördert wäre.

Namentlich tritt dieser Fall dann ein, wenn Einzelnfechter der feindlichen Infanterie und Kavallerie, ungeachtet aller abwehrenden Maaßregeln durch Geschützfeuer und durch die übrigen in der Nähe der Batterie befindlichen Truppen, im Begriff stehen, in die Batterie einzudringen; wenn Gehöfte, Dörfer, schmale Bergrücken u. dergl. m., welche die Batterien aufnehmen und nur passiven Schutz für dieselben zulassen, zu vertheidigen sind, und wenn mit Geschütz besetzte

Feldverschanzungen von feindlichen Truppen erklommen werden, ohne daß sie den Schüssen der Geschütze weiter ausgesetzt sind.

Wo die erwähnten Gefahren der vier Punkte von feindlicher, mit verbesserten Gewehren bewaffneter Infanterie ausgehen, sind sie seit Einführung dieser Gewehre gesteigert, und eine Vermehrung und Verstärkung der Mittel zur Abwehr wird erforderlich. Die Bewaffnung der Bedienungs-Mannschaften oder wenigstens eines Theiles derselben mit guten Gewehren ist eines der am nächsten liegenden, wohlfeilsten und zuverlässigsten Mittel.

Noch mehr als die Bedienungs-Mannschaften der Batterien der Feld-Artillerie bedürfen die zu Fuß gehenden Gesammt-Mannschaften der Artillerie-Parks und die etwaigen Ersatz-Kompagnien der Artillerie im Rücken der operirenden Armeen, der Feuergewehre. Ohne solche entbehren diese Parks des Hauptmittels zu ihrem eigenen Schutze; bei ihrer gewöhnlichen größeren Entfernung von den übrigen Truppen sind ihre Schildwachen ohne Gewehre noch viel weniger als bei den Batterien befähigt, die Fahrzeuge gegen Beeinträchtigungen zu schützen; es werden die Fouragirungen oft gefährdet sein; die Nothwendigkeit und Last, sie durch andere Truppen stets begleiten zu lassen, wächst; und selbst, wenn solche Begleit-Kommando's anwesend sind, bilden die Feuergewehre der Artilleristen einen höchst willkommenen Zusatz zur Sicherheit des Parks.

Viel häufiger noch, als dem im Feldkriege thätigen Artilleristen, ist dem Kanonier des Belagerungsgeschützes und dem einer belagerten Festung ein Feuergewehr von großem Nutzen. Jeder Theil eines Belagerungsparkes auf dem Marsche, oder auf dem Transporte zu Wasser oder auf Eisenbahnen bedarf dessen selbst dann zur Vermehrung seines Schutzes, wenn auch ein Begleitkommando anderer Truppen gegenwärtig ist, geschweige dann, wenn es fehlt. In den Belagerungs-Batterien, in Perioden, wo deren Feuer schweigt, und gegen anstürmende oder eingedrungene Ausfalls-Truppen unterstützt das Feuergewehr des Artilleristen die Anstrengungen der Trancheenwache und dient zur bessern persönlichen Vertheidigung der Geschützbedienung. Aehnliche Verhältnisse finden rücksichtlich des Nutzens eines Feuergewehres bei der Festungs-Artillerie statt. Wenn das

Geschütz bis zu dem Momente, wo stürmende Truppen seiner Wirkung entzogen sind, das Seinige kräftig geleistet hat, findet der Artillerist in dem Feuergewehr das beste Mittel, auch noch in größter Nähe seine große Waffe und sich selbst zu beschützen, und die langen Pausen im nahen Geschützfeuer können durch wohl gezielte Gewehrschüsse oft vortrefflich ausgefüllt werden. Selbstredend kann von allen diesen Zwecken die Pistole fast nur die persönliche Vertheidigung des Mannes in größter Nähe möglich machen.

Es ist schon häufig der Vorschlag gemacht worden, die Fahrer aller Batterien ohne Ausnahme und die berittenen Gradirten derselben mit einer Pistole zu versehen. Man kann nicht in Abrede stellen, daß dies in einzelnen Fällen, namentlich bei dem Eindringen einzelner Feinde in die Batterie und in Quartieren bei einer zum Aufstande geneigten feindlichen Bevölkerung von einigem Nutzen sein kann, ob dies aber genügt, um die mit einer solchen Waffe verbundenen Unbequemlichkeiten zu überwiegen, soll in III. sogleich zur Sprache kommen. Die so eben genannten beiden Fälle, in denen dem Fahrer eine Pistole nützlich sein kann, finden übrigens, wenn auch der erste derselben viel seltener, bei dem Fahrer des Artillerie-Reserveparks ebenfalls statt.

Endlich bedarf die Thatsache noch einer Erwähnung, daß nach dem bisher Ueblichen oder Vorgeschlagenen die reitenden Batterien durch die Bewaffnung ihrer Bedienungs-Mannschaften mit einer Pistole in den meisten und wichtigsten Fällen, wo dem Artilleristen ein Feuergewehr von Nutzen ist, bei weitem weniger gut versorgt sind, als die fahrenden Batterien, was sich namentlich bei Schildwachen parkirter Batterien und bei Fouragirungen herausstellt, und woraus gefolgert werden könnte, daß für einen Theil der Bedienungs-Mannschaften der Batterien oder für alle die Verwendung von guten Karabinern von Nutzen sein würde. Auch die Gründe für die Verwerfung dieses Gedankens sollen in III. ihre Stelle finden.

B. Im Frieden.

Zu den Fällen, welche bei Kriegsdiensten die Bewaffnung eines Theiles der Artilleristen mit einem Feuergewehr hervorrufen, treten noch die Rücksichten hinzu, welche aus der besten Art der Ausbildung

der Artillerie im Frieden, und aus den besondern Diensten, zu denen auch diese Waffe in Friedenszeiten gebraucht wird und werden kann, entspringen. Man kann es als einen richtigen allgemeinen Grundsatz betrachten, daß jedem Soldaten, zu welcher Waffengattung er auch gehöre, die Kenntniß, Behandlung und der Gebrauch des kleinen Feuergewehres von dem größten direkten und indirekten Nutzen ist. Auch gewinnt der Mann zu Fuß eine kräftige, sichere, zuversichtliche und wahrhaft militärische Haltung am vollendetsten unter einem Feuergewehr. Dem Artilleristen werden überdies, namentlich in den Stellen der Gradirten, viele Geschäfte übertragen bleiben, welche sich auf die kleinen Feuerwaffen und deren Munition in den Zeughäusern und Laboratorien beziehen, und zu deren einsichtsvollen Leistung der Umgang mit diesen Waffen gehört. Es kann auch die Fuß- und fahrende Artillerie von dem Wachtdienste nicht ganz entbunden werden, und ein Posten ohne Feuergewehr wird auch im Frieden in allen Fällen, wo durch Waffengewalt oder durch Furcht vor derselben den bewachten Objekten Sicherheit wirklich Noth thut, wenig beachtet werden. Wer sollte z. B. glauben, daß ein vor einem gefüllten Pulvermagazine stehender, 400 oder mehr Schritt von einer Wache oder von bewohnten Häusern entfernter Posten oder selbst Doppelposten ernsthaft beabsichtigte Angriffe auf das Magazin mit dem Seitengewehr abzuweisen, oder in der Nacht bei stürmischem Wetter Unterstützung zu errufen vermöchte? Er wird wenig mehr leisten, als ein unbewaffneter Wächter, wogegen schon die Furcht vor einem Schuß jene Absicht meist aufzugeben veranlassen dürfte. Auch Zielübungen mit dem Gewehr sind bei jeder Jahreszeit leichter anzustellen, als mit dem Geschütz, die Theorie des Schusses mit jeder Feuerwaffe ist füglich an dem Gewehr begreiflich zu machen, und der Artillerist hat keine Ursache, diesen Vortheil der Bewaffnung mit dem kleinen Feuergewehr von der Hand zu weisen. Endlich können Zeiten eintreten, welche die bewaffnete Macht eines Landes zur Unterdrückung von Widersetzlichkeiten Böswilliger, zur Erzwingung pflichtmäßiger Leistungen unlustiger Gemeinden und zum Schutze des Staats- und des Privat-Eigenthums zu verwenden nöthigen. Es ist nicht gerathen, oft auch unthunlich, die Artillerie zu dieser Verwendung nur dann gelangen zu lassen, wenn sie Geschütze bedient; man wird von ihr auch ohne Geschütz Gebrauch

machen, sie wird auch ohne Geschütz ihre Kasernen, ihre Baulichkeiten vertheidigen müssen, und dazu bedarf sie der Feuergewehre. Auch in allen diesen Fällen ist die Pistole ganz ungenügend. Dies sind Gründe genug, um der Maaßregel, im Frieden jeden Mann der Artillerie zu Fuß und der fahrenden Batterien mit einem Feuergewehr, und jeden Mann der Bedienung der reitenden Artillerie mit einer Pistole zu bewaffnen, das Wort zu reden. Ob der Fahrer im Frieden ebenfalls mit einer Pistole zu bewaffnen sei, hängt davon ab, wie diese Frage für den Kriegszustand entschieden wird.

III. Nachtheile und Unbequemlichkeiten, welche aus der Bewaffnung des Artilleristen mit einer Feuerwaffe entspringen und Folgerungen hieraus und aus II.

Ungeachtet der großen Vortheile, welche der Artillerist aus der Bewaffnung mit einem Gewehr oder mit einer Pistole ziehen kann, verursacht sie doch auch einige wohl zu erwägende Nachtheile und Unbequemlichkeiten. Am stärksten treten diese bei dem Manne der Bedienung der fahrenden Batterien hervor. Für diesen wird nicht nur durch das Tragen, Manipuliren, Instandhalten und den Gebrauch des Gewehres die Ausbildung erschwert, die Zeit für Beschäftigungen mit dem Geschütz und dessen nothwendigen Anhang etwas verkürzt, die Schnelligkeit und Leichtigkeit des Marsches beeinträchtigt, sondern es wird auch die Bedienung am Geschütz erschwert, bei dem Aufsitzen auf das Geschütz und den Wagen die Last dieser Fahrzeuge vermehrt, das Aufsitzen und das Abspringen von denselben gestört und die Unbequemlichkeit bei dem Sitzen auf den Fahrzeugen (und noch mehr auf den Handpferden, wo es zum Systeme gehört) gesteigert. Zwar lassen sich die bedeutendsten dieser Uebelstände, nämlich diejenigen, welche die schnelle Bedienung des Geschützes und den Sitz der Bedienungs-Mannschaften auf dem Geschütz, dem Wagen und den Handpferden betreffen, dadurch beseitigen, daß man die Gewehre derselben bei bevorstehenden Gefechten an den Wagen befestigt; es wird indeß dadurch die Vermehrung der Last der Fahrzeuge nicht umgangen, der Zustand



der Gewehre leidet dabei, und der Gebrauch derselben in Gefechts-verhältnissen, von denen weiter oben die Rede war, wird größtentheils verhindert werden. Man dürfte hierbei zu dem Schlusse gelangen, daß, da die Bewaffnung mit Gewehren die wesentlichsten Bedingungen zum möglichst besten Gefecht mit Geschützen nicht schwächen darf, den Leuten der unmittelbaren Geschützbedienung*) während des Gefechtes die Gewehre keinesfalls auf ihren Körpern zu belassen sind, wogegen alle übrigen Mannschaften der Bedienung sie stets tragen können. Es fragt sich dann nur noch, ob die zuerst genannten Mannschaften überhaupt nicht mit Gewehren auszurüsten sind, oder ob ihre Gewehre nur bei vorstehenden Gefechten auf irgend eine Weise an den Fahrzeugen der Batterien unterzubringen sind. Zum Theil wird dies von der Natur der Fahrzeuge abhängen. Die Antwort auf diese Frage findet sich im Abschnitt IV.

Es erzeugt ferner die Bewaffnung mit Feuergewehren dem Staate Kosten; dieser Umstand ist aber, wenn Hauptgründe für dieselbe sprechen, unberücksichtigt zu lassen.

Wenn ich schon nach dem Vorstehenden die Ansicht für gerechtfertigt hielt, daß die Vortheile der Bewaffnung mit Feuergewehren selbst bei einem Theile der Mannschaften der fahrenden Feld-Batterien, und zwar bei den zur unmittelbaren Geschützbedienung nicht gehörenden, unzweifelhaft größer sind, als die davon unzertrennlichen Nachtheile und Unbequemlichkeiten, so findet dies bei allen Bedienungs-Mannschaften der Belagerungstrains, der Festungs Artillerie, und der Küsten-Artillerie um so mehr statt, als bei ihnen nicht einmal Gründe zur theilweisen Bewaffnung dieser Mannschaften vorhanden sind, und weil die wichtigsten Vortheile, welche aus der Bewaffnung mit Gewehren für die Feld-Batterien erzeugt werden, in erhöhtem Maaße für alle übrigen Theile der Fuß-Artillerie sich ergeben. In den Belagerungs-, Festungs- und Küsten-Batterien hängt es dann von den jedesmaligen, die Wahrscheinlichkeit des Gebrauchs von Feuergewehren mit sich führenden

*) Und zwar vorzugsweise dann, wenn der Modus der Benutzung der Handpferde zum Transport von Bedienungs-Mannschaften in einer Artillerie angenommen ist.

Umständen ab, ob die Artilleristen ihre Gewehre mit in die Batterien nehmen, und eventuell sicher bei Seite setzen, oder in ihren Kasernen, Quartieren und Lagern zurücklassen.

Nach den stattgefundenen Erwägungen befremdet es am meisten, daß, wenn auch in vielen Artilleriekorps die Feldbatterien ohne Feuergewehre gelassen wurden, nicht wenigstens die Festungs-, resp. Belagerungs- und Küsten-Artillerie-Kompagnien*) solche erhielten. Der bestimmende Hauptgrund kann nur darin liegen, daß, wie oben erwähnt wurde, man fürchtet, durch diese Maaßregel, besonders bei kurzer, beispielsweise dreijähriger Dienstzeit der Kanoniere, den erreichbaren Grad der wesentlichsten artilleristischen Ausbildung zu verkümmern, und statt dessen die Artilleristen mit einem Vorzuge von geringerer Bedeutung auszustatten. Ob eine solche Befürchtung begründet ist, läßt sich nur dann erweisen oder widerlegen, wenn man speziell alle wirklich stattfindenden Ausbildungs-Beschäftigungen einer Artillerie aufzählt, und dann erwägt, ob es wirklich besser ist, keine derselben fortfallen zu lassen oder zu beschränken, als die Bewaffnung mit Feuergewehren für die betreffenden Mannschaften einzuführen, respektive beizubehalten. Hierbei wird immer noch eine verschiedene Beurtheilung des Werthes jeder einzelnen Beschäftigung eintreten können, so daß das Endurtheil demnach Sache von durch Worte unerweisbaren Ansichten bleibt. Anstatt mich daher in eine solche unfruchtbare Diskussion weiter einzulassen, halte ich es für besser, meine Ansicht über reelle, wenn auch nur spezielle Thatsachen auszusprechen, welche dahin geht, daß, so lange man Zeit findet, auf ein ganz präzises Exerciren des Fuß-Artilleristen und des Mannes der Bedienung der fahrenden Batterien mit dem Seitengewehr, auf Turnübungen Springen, Dauerlauf, Voltigiren und auf bis in das Minutiöse gehende Gleichförmigkeit der Tritte, Wendungen, und der Manipulation des Geschützzubehörs bei der Bedienung der Geschütze zu halten, es niemals an Zeit für die Ausbildung des Mannes mit dem Feuergewehr und für die gute Erhaltung des letzteren fehlen kann, wenn dabei das nöthige Maaß für diese Dienstzweige nicht überschritten wird.

*) Namentlich dann, wenn dieselben Kompagnien im Frieden nicht abwechselnd Feld- und Festungs-Kompagnien sind.

Aber auch ganz absolut genommen hege ich die Ansicht, daß, selbst bei einer dreijährigen ununterbrochenen Dienstzeit des erwähnten Artilleristen, eine Wahl der Ausbildungsgegenstände und ein Grad der Ausdehnung und der Perfektion derselben stattfinden kann, wobei die Bewaffnung mit Gewehren für die nicht Reitenden und nicht bei den Bespannungen Verwendeten eingeschlossen ist, und die summarischen Kriegs- und Friedensleistungen des Mannes mehr gewinnen, als wenn diese Bewaffnung unterbleibt.

Die Bewaffnung des Reiters der reitenden Artillerie mit einer Pistole erschwert zwar auch dessen direkte Ausbildung und Beschäftigung mit dem Geschütz und mit dem unentbehrlichen Anhange zu demselben; man ist aber seit langen Zeiten zu sehr übereinstimmender Meinung über die Geringfügigkeit dieses Nachtheils im Vergleich mit den weiter vorn angeführten Vortheilen, als daß es weiterer Worte über die Nothwendigkeit dieser Waffe bedürfen sollte. Der Ersatz dieser Pistole durch einen Karabiner oder die Hinzufügung eines solchen zur Pistole bei allen Reitern der erwähnten Batterien oder bei einem Theile derselben würde dagegen das schnelle Aufsitzen und das Abspringen vom Pferde, also das Wesentliche des Dienstes der reitenden Artillerie, die schnelle Geschützbedienung beeinträchtigen, oder, wenn auch die unmittelbare Bedienungs-Mannschaft von Karabinern frei bliebe, doch die Last des Reitpferdes vermehren, die Ausbildung erschweren, zwei verschiedene Feuerwaffen herbeiführen, die Beschäftigung mit Accessorien steigern, und diese Nachtheile stehen in keinem günstigen Verhältniß mit der größeren Geeignetheit des Karabiners zum Bewachungsdienste und mit den höchst seltenen Gelegenheiten, davon dann einen nützlichen Gebrauch zu machen, wenn das Geschütz seine Wirksamkeit einstellen muß.

Es bleiben nun noch die Nachtheile zu beleuchten, welche daraus entstehen, wenn man den Fahrer der reitenden und der fahrenden Batterien, sowie der Artillerie-Reserve-Parks mit einer Pistole versiehet. Dieselbe vermehrt dessen ohnehin schon bedeutendes Gepäck; zu ihrer Instandhaltung wird eine Zeit gebraucht, welche nur auf Kosten der Beschäftigung mit den Pferden und Geschirren zu erübrigen ist, woran es ohnehin schon zuweilen fehlt, und es leidet die für sich allein schon schwierige Ausbildung für den

Fahrer- und Geschützdienst. Da nun überdies der Fahrer zum Wachtdienst in den Parks nicht herangezogen werden darf, da die Beschäftigung bei dem Einsammeln der Fourage ihn von der Pistole trennt, oder, wenn er sie auf seinen Leib nähme, gehindert werden würde, die Pistole überhaupt zu dieser Art des Dienstes wenig paßt, so bleiben nur die geringsten Vortheile, die sie überhaupt gewähren kann, übrig, nämlich die größere persönliche Sicherheit des Fahrers in den seltenen Fällen, wo sie in Gefechten und auf Märschen gefährdet werden sollte, und in Quartieren bei feindlich gesinnten Einwohnern. Diese kleinen Vortheile reichen aber nicht hin, um die Fahrer mit einer Pistole zu bewaffnen, sie werden von den aufgezählten Nachtheilen bedeutend überwogen.

Daß die hin und wieder vorgeschlagene Bewaffnung des Mannes der Bedienung der Fuß- und fahrenden Batterien, der Reserve- und der Belagerungsparks mit einer Pistole, in Stelle des Gewehres, eine unzureichende und unzweckmäßige sein würde, ist an einzelnen Stellen dieses Abschnittes und des Abschnittes II. bereits hervorgehoben worden.

IV. Zusammenstellung der Endergebnisse in Bezug auf die Ausrüstung mit Feuerwaffen.

Stellt man die Ergebnisse, zu denen das vorstehende Raisonnement Veranlassung gab, zusammen, ordnet man sie nach der Gattung der Feuerwaffen und nach den verschiedenen Theilen, aus denen die Artillerie-Truppen bestehen, und fügt man einige Detail-Maaßregeln hinzu, so gelangt man zu folgenden Sätzen:

1. Es dürften mit überwiegendem Nutzen im Frieden Gewehre (Artillerie-Gewehre) erhalten:

   a. Sämmtliche Truppen der Artillerie zu Fuß, mit alleiniger Ausnahme der zu ihnen gehörenden Fahrer, und der ihnen vorgesetzten berittenen Gradirten.

Mithin auch die rein technischen Truppen, die Handwerks-Kompagnien und Feuerwerks-Kompagnien.

2. Es sind im Kriege mit Gewehren zu bewaffnen:

a. Diejenigen Mannschaften der Bedienung der fahrenden Batterien, welche nicht unmittelbar zur Geschützbedienung gezogen werden.

Dies sind die betreffenden Mannschaften der Geschütz-Reserve, welche sich im Gefecht nicht am Geschütz, sondern bei der ersten Reihe der Munitions-Wagen hinter den Geschützen befinden, die Begleit-Mannschaften der Munitions-Wagen im Gefecht, und die Bedienungs-Mannschaften der Batterie-Reserve. Rechnet man beispielsweise bei einer Batterie von acht 12pfdern 64 Mann zur unmittelbaren Bedienung an Geschütz und Protze, so würde nur diese Zahl von Leuten der Bedienung ohne Gewehre bleiben, wogegen 16 Mann zur Geschütz-Reserve an den Munitions-Wagen der ersten Reihe, 16 Mann zur Bedienung dieser Wagen, und die gesammte Batterie-Reserve der Bedienung, also mindestens 10 Mann, in Summa 42 Mann mit Gewehren bewaffnet wären. Diese 42 Mann haben ihre Gewehre in allen Verhältnissen bei sich; nur bei bevorstehendem Gefecht werden die vier Gewehre, welche den Reserve-Nummern eines Geschützes und der Bedienungs-Mannschaft des demselben im Gefecht folgenden Munitions-Wagens gehören, an diesem Fahrzeuge befestigt. Die Art der Befestigung richtet sich nach der Beschaffenheit des Wagens. Wird in der ganzen Batterie aufgesessen, ohne daß ein Gefecht bereits bevorsteht, so werden alle Gewehre umgehängt (en bandoulière) getragen. Beläßt das Artillerie-Exercier-Reglement die Reserve-Nummern der Geschützbedienung auch am Geschütz und der Protze im Gefecht (was ich nicht für gut halte), so vermindert sich die Zahl der Gewehre bis auf 26 Stück. Auch diese geringere Zahl von Gewehren genügt zur Erfüllung des in II. 1. erwähnten Bedürfnisses; sie entspricht nothdürftig den Anforderungen von II. 2.; und giebt gegen die in II. 3. bezeichneten Gefahren mehr Schutz, als wenn es der Batterie ganz an Gewehren fehlte. Eine Bewaffnung aller Bedienungs-Mannschaften mit Gewehren dürfte aber sowohl, wenn letztere während der Geschützbedienung umgehängt werden, als auch wenn ihre Befestigung an den Wagen während des Gefechtszustandes ausgeführt wäre, größere Nachtheile mit sich führen, als eine vollständigere Ausführung des Punktes II. 3. und die Erfüllung des Zweckes in II. 4.



b. Alle Mannschaften der Bedienung der reinen Fuß-Batterien

Also aller Fuß-Batterien, in denen nicht aufgesessen wird, namentlich der Gebirgs-Batterien und der etwaigen Positions-Batterien aus stärkerem Kaliber als dem 12ℓigen Kanonen-Kaliber.

c. Die Belagerungs-Kompagnien.
d. Die Festungs-Kompagnien.
e. Die Kompagnien der Küsten-Batterien.
f. Die Schiffs-Artillerie.
g. Die Bedienungs-Mannschaften aller Artillerie-Reserve-Parks.
h. Die rein technischen Artillerie-Truppen.

3. Mit Pistolen dürften im Kriege zu bewaffnen sein:
a. Die Reiter der reitenden Batterien.
b. Alle berittene Gradirten der fahrenden, der Fuß-Batterien und aller bespannten Artillerie-Parks.

4. Und im Frieden:
a. Alle Reiter der reitenden Batterien.
b. Alle berittenen Gradirten der bespannten Geschütze und Fahrzeuge der fahrenden und Fuß-Batterien.

Man hat so leicht nicht zu fürchten, daß die im Frieden ausgebildeten und zur Reserve entlassenen Fahrer der reitenden Artillerie und der bespannten Geschütze der fahrenden und der Fuß-Batterien, bei eintretender Mobilmachung, zu Leuten der Geschützbedienung genommen werden sollten; im Gegentheil wird es an ersteren stets mehr fehlen, als an letzteren. Sie bedürfen daher auch nicht der Ausbildung mit der Pistole, respektive mit dem Artillerie-Gewehr. Ueberdies ist es vortheilhaft und in mehreren Armeen bereits üblich, die Fahrer, mindestens in dem ersten Jahre ihrer Dienstzeit, erst bei den Bedienungs-Mannschaften einzustellen, wo sie dann auch mit dem kleinen Feuergewehr näher bekannt werden.

V. Die Beschaffenheit der zu wählenden Feuerwaffen.

a. Des Artillerie-Gewehrs.

Die nambaft gemachten Fälle, in denen der Artillerist von dem Gewehr Gebrauch zu machen Gelegenheit erhält, machen die Möglichkeit schnell hintereinander einige wohlgezielte Schüsse zu thun, und mit Bequemlichkeit hinter Scharten und andern deckenden Gegenständen laden zu können, höchst wünschenswerth, und entbinden den Schützen von der Bekämpfung weit entfernter Feinde. Das gezogene, von hinten zu ladende Zündnadelgewehr von dem Kaliber dessen der Infanterie*), mit Bajonett, aber bis auf ⅔ bis ¾ des Gewichtes des Infanterie-Gewehrs erleichtert, um etwa 10 Zolle verkürzt und nöthigenfalls mit etwas verminderter Ladung dürfte diesen Bedingungen um so mehr am besten entsprechen, als die Artillerie überhaupt bei weitem weniger Gelegenheit erhält, damit zu feuern, als die Infanterie. Sämmtliche mit Gewehren bewaffneten Theile der Artillerie, wenn sie nicht bespannte Geschütze der fahrenden Batterien bedienen, haben das Bajonett stets aufgesteckt; wenn sie aber zu fahrenden Batterien im Kriege gehören, oder im Frieden an solche zur Uebung treten, nehmen die Mannschaften der Geschützreserve und der ersten Wagenreihe die Bajonette ab, und werden diese entweder in den Vorrathswagen oder an den Munitions-Wagen untergebracht, oder, so fern Bajonettscheiden bei der Truppe eingeführt sind, in solche gesteckt. Von andern zu Artillerie-Gewehren zu nehmenden Konstruktionen dürften diejenigen, bei denen das Laden von hinten geschiehet, den Vorzug verdienen. Der Gewehrriemen muß zum Umhängen der Gewehre über die Schulter eingerichtet sein. Der Gedanke, den mit Gewehren bewaffneten Mannschaften der fahrenden Batterien Säbelbajonette oder Hirschfänger, in Stelle von Seitengewehren zu geben, wird zwar von mir nicht befürwortet, dürfte aber ohne Weiteres auch nicht verworfen zu werden verdienen, namentlich dann nicht, wenn diese Bewaffnung für jeden Mann der Artillerie zu Fuß passend befunden wird, und der Hirschfänger gleichzeitig die Stelle eines Werkzeuges zum Abhauen von Strauchwerk vertreten kann.

*) Die Haupt-Konstruktionen des Infanterie-Gewehres der Armee, zu der die Artillerie gehört, werden immer maaßgebend sein.



b. Der Pistole.

Es liegt in der Nothwendigkeit der Beförderung der möglichsten Einfachheit in der Bewaffnung einer Armee, für die Artillerie diejenige Pistole zu bestimmen, welche für die Kavallerie eingeführt ist. Wenn diese Pistole das Kaliber und das Geschoß des eingeführten Infanterie- und Artillerie-Gewehres hat, von hinten geladen wird, und in der Pistolenhalfter kein Vorgeben und kein Losgehen des Schusses eintreten kann, so werden die Bedürfnisse des reitenden Artilleristen und des Gradirten der bespannten fahrenden Geschütze und der Parks am vollständigsten befriedigt sein.

VI. Die Bewaffnung mit Seitengewehren.

Wird die Artillerie zu Fuß und die der fahrenden Batterien und der Parks in der vorbeschriebenen Weise mit Feuergewehren ausgerüstet, so dürfte es kaum noch der Erwähnung bedürfen, daß ein kurzes, grades, zweischneidiges, auch als Werkzeug zum Abhauen, Behauen und Spalten dünner Zweige und Holzstückchen dienendes Seitengewehr ohne Bügel das für diese Theile der Artillerie angemessenste Seitengewehr ist. Es könnte nur in Frage kommen, ob nicht den Mannschaften der fahrenden Batterien, von denen die unmittelbare Geschützbedienung im Kriege nach dem Vorstehenden keine Gewehre empfängt, ein längeres zur persönlichen Vertheidigung noch geeigneteres Seitengewehr nützlicher sei. Da auch diese Mannschaften im Frieden Gewehre erhalten, weder im Kriege noch im Frieden den Dienst als Schildwachten ohne Gewehre zu versehen haben und das kürzere Seitengewehr auch für eine schnellere Geschützbedienung, namentlich bei dem Aufsitzen auf die Geschütze, Wagen und Handpferde vortheilhaft ist, so dürfte dieser Frage keine weitere Folge zu geben sein.

Das Seitengewehr jedes berittenen Artilleristen und aller Fahrer der Artillerie wird, aus Gründen der Einfachheit in der Bewaffnung der Armee, das der leichten Kavallerie sein. Dem Bedürfnisse der Artillerie wird für die Zukunft durch dasselbe um so mehr entsprochen werden, als fast alle neuen Modelle dieses Seitengewehres nur in der obern Hälfte der Klinge eine mäßige Krümmung erhalten, dadurch auch zum Stoß geeigneter und bei der Geschützbedienung weniger

hinderlich sind, und der Schwerpunkt derselben dem Gefäße näher gerückt ist. Sollte dieses Modell mit einem Korbe oder Gefäßbügel versehen sein, der dem reitenden Artilleristen in seinen Funktionen am Geschütz hinderlich ist, so wird allerdings der Artillerie-Säbel ein anderes Gefäß erhalten müssen.

VII. Grenzen der Ausbildung des Artilleristen mit dem Feuergewehr.

a Mit dem Artillerie-Gewehr.

Die Rücksicht auf die besondere Ausbildung des Artilleristen zur Geschützbedienung, und der Umstand, daß das Gewehr für denselben nur einen sekundären Werth hat, machen es zu einer unbedingten Nothwendigkeit, der Ausbildung mit letzterem nur denjenigen Grad der Aufmerksamkeit zu widmen, welche zur Erreichung der im Vorstehenden aufgezählten Zwecke unerläßlich sind. Das Tragen des Gewehres, der Marsch unter demselben mit Anstand, die allernothwendigsten Griffe, die gefahrlose und ordnungsmäßige Chargirung, ohne die Schnelligkeit und Präzision der Infanterie dabei erreichen zu wollen, und wenige Schießübungen (mit etwa funfzehn scharfen Patronen jährlich), deren größter Theil auf die nahen Entfernungen bis 200 Schritt zu verschießen wäre, genügen vollkommen. Die Instandhaltung der Gewehre erfordert dieselbe Aufmerksamkeit, welche die Infanterie ihnen widmet. Ein geeigneter Lack oder Ueberzug des Laufes findet sich wahrscheinlich bei fortgesetzten Bemühungen zu seiner Ermittelung, wenn keiner der bisher bekannten und angewendeten genügend befunden wird, und vermindert die Mühe und Zeit des Putzens. Eine gute, mündliche Instruktion über die mechanische Beschaffenheit, gute Erhaltung und den Gebrauch des Gewehres mit seiner Munition, in den engen Grenzen, wie er für die Artillerie beabsichtigt wird, bei ungünstiger Witterung vorzugsweise ertheilt, wird selbst der Ausbildung am Geschütz einigermaaßen zu Hilfe kommen, und der Zeit für letztere keinen nennenswerthen, keinen ungerechtfertigten Abbruch thun. Die Hauptaufgabe wird darin bestehen, von dem Artilleristen eine jede Beschäftigung entfernt zu halten, welche ihm weniger nützt, als der Umgang mit seinem Gewehr, und bei der Geschützbedienung von einer

jeden Künstelei, peinlichen Egalität und Präzision abzusehen, welche weder der Richtigkeit, Schnelligkeit und Sicherheit des Feuers, noch der Ordnung und Spannung des Ganzen nützt, vielmehr nur den geistigen Theil des Mannes in seiner nothwendigsten freien Wirksamkeit lähmt, und einen todten Mechanismus erzeugt. Mehrere in Artilleriekorps vorkommende Uebungsgegenstände, welche, wenn auch an sich oder in Unterrichtsanstalten der frühen Jugend nicht ohne Nutzen, doch jedenfalls dem Artilleristen, welcher als ausgewachsener Mann mit dazu ungenügender Biegsamkeit des Körpers zur Truppe kommt, weniger nützen, als der Gebrauch des Gewehres, und die zehnfache Zeit erfordern würden, wenn sie wirklich diese Biegsamkeit schaffen oder erneuern sollten, wurden bereits an früheren Stellen dieses Aufsatzes namhaft gemacht. Es giebt deren aber hin und wieder in den verschiedenen Artilleriekorps noch mehrere.

b. Mit der Pistole.

Es genügt vollständig, wenn jeder berittene Mann der Artillerie die mechanische Einrichtung der Pistole mit ihrer Munition kennt, sie gut zu erhalten versteht, und zu Pferde haltend so wie zu Fuß stehend in Entfernungen bis etwa 20 Schritt dieselbe zu gebrauchen vermag. Fünfzehn scharfe Patronen jährlich werden dazu hinreichen.

Schweidnitz, im December 1856.

A. du Vignau,
Generalmajor a. D.

V.

Ueber den Druck der Pulvergase auf die Seelenwände, und über die Anwendung der Resultate der darüber in Preußen gemachten Versuche auf die Bestimmung der Metallstärken von Geschützröhren.

Von

N. Majewsky,

Hauptmann in der reitenden Garde-Artillerie Sr. Majestät des Kaisers von Rußland

(Aus dem Russischen Artillerie-Journal übersetzt vom Lieutenant Brix des 3. Artillerie-Regiments*).)

Um beim Projectiren eines Geschützes seinen Wänden eine genügende Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkungen der Schüsse zu geben, ist es nöthig, den Druck der Pulvergase gegen die Wände an den verschiedenen Punkten der Seele während der in ihr Statt findenden

*) Diesem lehrreichen und tief durchdachten Aufsatze wird die Aufnahme im Archiv mit um so lebhafterem Interesse zu Theil, als das darin betretene noch neue Feld der Artillerie-Wissenschaft, welches man schon anderswo treffend als innere Balistik (balistique intérieure) bezeichnet hat, zu der ihm zukommenden Wichtigkeit für die Ausübung selbst erst durch die fortgesetzte und vielseitige Bebauung gelangen, und eine Mittheilung, wie die vorliegende, nicht verfehlen dürfte, in so manchem Leser zu einer Anregung für die Erwerbung derartiger, über das gewöhnliche Maaß hinausreichender, Kenntnisse zu werden, wie sie für die weitere Ausbildung unserer Waffe als ein unabweisbares Bedürfniß hervortreten. D. R.

Bewegung des Geschosses zu kennen. Vielfach haben sich die Mathematiker mit der Lösung dieser Aufgabe auf theoretischem Wege beschäftigt und dürften in dieser Beziehung besonders die Untersuchungen des französischen Artillerie-Generals Piobert Erwähnung verdienen.

Zuerst entwickelt er Gleichungen für die Bewegung der Geschosse in der Seele unter zu Grundlegung zweier Sätze der Mechanik, nämlich des Gesetzes der unveränderlichen Beibehaltung der Bewegung des Schwerpunktes, und des Gesetzes von den lebendigen Kräften, woraus er dann den Druck der Pulvergase auf die Seelenwände bei den verschiedenen Lagen des Geschosses als Funktion der diesen Lagen entsprechenden Geschwindigkeiten des Geschosses und Geschützes erhält. Wären nun diese Geschwindigkeiten erfahrungsmäßig festgestellt, so würde man den Druck der Pulvergase ohne weitere Hypothesen finden können; es kommt also die Frage darauf hinaus, diese Geschwindigkeiten bei Geschützen jedes Kalibers und bei verschiedenen Ladungen und Geschossen durch Versuche zu ermitteln. Dieses directe Mittel der Versuche benutzte aber der General Piobert zu seinen Nachforschungen nicht, sondern wendet zur Bestimmung des Druckes der Pulvergase, unter zu Hülfenahme der von ihm entwickelten Gleichungen für die Bewegung des Geschosses im Rohre, noch 2 Formeln an, von denen die eine von Rumford durch Versuche zur Ermittelung des Druckes der Pulvergase im Vergleich zu ihrer Dichtigkeit festgestellt ist, während die andere, von Piobert selbst auf rein speculative Betrachtungen gegründet, die Dichtigkeit der Gase in jedem Moment der Verbrennung des Pulvers darstellt. Die Zeit, die ein Pulverkorn zum Zusammenbrennen braucht, den einen Factor in der zuletzt erwähnten Formel, bestimmte Piobert nach den Beobachtungen, die er über die Zeit des Verbrennens eines Pulverkuchens in freier Luft machte. Dieser Kuchen hatte die Gestalt eines rechtwinkligen Parallelepipedons, war mit einer Lage Schweineschmalz bedeckt und mit seinem untern Theil in ein Gefäß mit Wasser gesetzt. Er ermittelte daraus, daß ein Pulverkorn von 0,98''' (1,1417''')*) Durchmesser in 0,1 Secunde und ein Pulverkorn mittlerer Größe von 0,79''' (0,92035''')

*) Die in Parenthesen beigefügten Maaße und Gewichte sind die Preußischen, welche den im vorliegenden Aufsatze aufgeführten Russischen entsprechen.

in 0,08 Sekunden zusammenbrennt. Es dürfte nun aber wohl in Frage zu stellen sein, ob die Zeit, die zum Verbrennen eines Pulverkornes in der Seele erforderlich ist, gleich der wäre, die es in freier Luft braucht, und in der That, wenn wir der Einfachheit wegen die Bewegung des Geschosses im Rohr als gleichmäßig beschleunigt annehmen, so finden wir, daß die Zeit, welche eine Kugel braucht, um die Seele eines 6℔digen Kanons zu durchlaufen und eine Anfangsgeschwindigkeit von 1560′ (1514,76′), wie sie dieselbe durch eine Ladung von 2 ℔ (1,752 ℔) Pulver erhält, zu bekommen, ungefähr 0,006 Secunden beträgt. (Nach den Versuchen in Preußen ist diese Zahl in der Wirklichkeit noch etwas geringer.) Wenn nun die Pulverkörner zum Zusammenbrennen in der Seele einer Zeit von 0,08 Secunden bedürften, so würde*) in dem Moment, wo die Kugel die Seele verläßt, also die Pulverwirkung auf sie aufhört, selbst bei den unmittelbar am Zündkanal liegenden Körnern nur erst eine äußerste Schicht von $\frac{0,006}{0,080} = \frac{3}{40}$ des Radius der Körner haben verbrennen können, was nur etwa $\frac{1}{5}$ ihrer Masse ausmacht. Geschieht dies schon bei den der Zündung zunächst liegenden Körnern, wie dann erst bei den unmittelbar hinter dem Geschoß befindlichen?

In dieser Annahme, daß die Pulverkörner zu ihrem Zusammenbrennen in der Seele einer Zeit von 0,08 Secunden bedürften, liegt wahrscheinlich auch der Grund, daß der nach den Formeln des Generals Piobert berechnete Gasdruck gegen die Seelenwände stets zu klein ausfiel.

Der Druck der Pulvergase auf die Seelenwände, der zur Lösung einer so wichtigen artilleristischen Aufgabe wie die Geschützconstruction nothwendiger Weise genau bekannt sein muß, kann nicht ohne verwickelte Hypothesen und nicht anders gefunden werden, als daß man, wie wir schon oben gesagt haben, durch Versuche die Geschwindigkeit des Geschützes und Geschosses bei den verschiedenen Lagen des Geschosses im Rohr, und bei den verschiedenen Kalibern und Ladungen, festzustellen sucht.

---

*) Unter der Voraussetzung, daß die Verbrennung der Pulverkörner von der Oberfläche nach dem Mittelpunkt zu stattfindet.

Die ersten Versuche dieser Art wurden in Frankreich gemacht, mit Gewehren, deren Läufe allmählig abgeschnitten wurden, um zu bestimmen, um wie viel mehr die Schießbaumwolle zerstörender wirkt, als das gewöhnliche Schießpulver bei Ladungen, die in Flintenläufen von gewöhnlicher Länge den Kugeln eine gleiche Anfangsgeschwindigkeit ertheilen.*)

Versuche zur Bestimmung des Drucks der Pulvergase in Geschützen sind in Berlin unter Benutzung eines 6pfdigen Feldkanons seit dem Jahre 1851 gemacht. Sie sind von dem Mitglied der Preußischen Artillerie-Prüfungscommission, Major Neumann, in dem Archiv für die Offiziere der Preußischen Artillerie- und Ingenieur-Corps im 34. Bande, 2. Heft beschrieben. Eine Uebersetzung dieses Aufsatzes mit Anmerkungen des Belgischen Obersten Delobel ist in der **Revue de technologie militaire par Delobel, Tome I. 1854. Liège,** enthalten.**)

Bevor wir zur Darstellung dieser Versuche schreiten, wollen wir erst zeigen, wie der Druck der Pulvergase bei den verschiedenen Lagen des Geschosses im Rohr nach den versuchsmäßig festgestellten Geschwindigkeiten des Geschosses und Geschützes ausgedrückt wird, wozu wir die Gleichungen der Bewegung des Geschosses in der Seele entwickelt werden. Wir legen dabei die Ermittelungen Piobert's zu Grunde.

Nach Entzündung der Ladung verändert sich der Druck und die Dichtigkeit (das specifische Gewicht) der Pulvergase einmal mit der Menge der Gase nach Maaßgabe des Zusammenbrennens des Pulvers und dann mit der Größe des Raumes, in dem sie sich entwickeln und der mit der Fortbewegung der Kugel größer wird. Außerdem ist aber die Dichtigkeit und demgemäß auch der Druck der Gase bei einer beliebigen Lage des Geschosses im Rohr nicht in allen Schichten dieselbe, vielmehr ist in den äußern Schichten, die auf das Geschoß und den Seelenboden drücken, weil diese beide dem Druck weichen, der Druck ein geringerer, als in den anliegenden Schichten. Diese

---

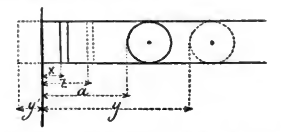
*) **Mémorial de l'artillerie No. VII. 1852.**

**) Neuerdings sind uns von dem aus dem Auslande zurückgekehrten Lieutenant Johanni der reitenden Leibgarde-Artillerie mehrere Resultate der soeben erst in Berlin beendigten Versuche über das Schießen aus einem Feld-12pfdr mitgetheilt.

Schichten ihrerseits drängen nun wieder die vorigen in der Richtung der Bewegung des Geschosses und Geschützes fort und dehnen sich so aus. So strebt nun weiter nach innen zu jede Schicht sich auszudehnen und alle diese Schichten, mit Ausnahme der äußeren, müssen nicht nur die Trägheit des Geschosses und resp. des Geschützes, sondern auch die der vor, resp. hinter ihnen liegenden Schichten überwinden, so daß der Druck von den äußern Schichten nach einer gewissen innern zu wächst, in welcher er am größesten ist. Da nun das Gewicht des Geschosses im Vergleich zu dem des Geschützes mit der Laffete und der vom Seelenboden durchlaufene Raum im Vergleich zu dem in derselben Zeit von der Kugel durchflogenen sehr gering ist, so leuchtet es ein, daß die Zwischenschicht, wo der Gasdruck am größesten ist, nahe dem Seelenboden und die, wo er am kleinsten ist, am Geschosse liegt. Ohne besondere Voraussetzungen ist es unmöglich, die Spannung jeder Gasschicht für sich zu berechnen, und deshalb werden wir bei der Bestimmung der Arbeit der Gase, entsprechend den verschiedenen Lagen des Geschosses, die in jeder Schicht wechselnde Spannung durch eine Constante für alle Schichten ausdrücken, welche dieselbe Arbeit leistet, als die variablen Spannungen aller Gasschichten zusammen und danach wollen wir allein nur den Druck der Gasschicht unmittelbar am Geschoß als den kleinsten, und den der Gasschicht am Seelenboden als den größesten berechnen.

Nehmen wir den Seelenboden in seiner Lage vor dem Schuß als Anfangspunkt der Coordinaten an und bezeichnen wir mit:

- a den Abstand des Geschosses vom Boden vor dem Schuß, also die Länge der Ladung;
- x den Abstand einer beliebigen Pulverschicht von der Dicke dx vom Boden, ebenfalls vor dem Schuß;



- t die Zeit vom Beginn der Verbrennung der Ladung bis zu dem beobachteten Augenblick;

z den Abstand einer Gasschicht, die nach Verlauf der Zeit t aus einer Pulverschicht von der Dicke dx gebildet ist, welche letztere sich vor dem Schuß in dem Abstand x vom Seelenboden befand, vom Anfangspunkt der Coordinaten;

(bei $t = o$ ist $z = x$)

y den Abstand des Geschosses vom Nullpunkt der Coordinaten nach der Zeit t;

(für $t = o$, $y = a$)

y' den Abstand des Seelenbodens vom Anfangspunkt der Coordinaten nach der Zeit t;

(für $t = o$, $y' = o$)

$y + y' = \Theta$ wird dann nach t Secunden der Abstand des Geschosses vom Seelenboden sein;

b das Gewicht des Geschosses, beim Schießen mit Spiegeln, incl. desselben;

B das Gewicht des Geschützes mit Laffete;

c das Gewicht der Pulverladung; $\frac{c}{a}$ also das Gewicht einer Längeneinheit der Ladung;

p den Druck auf eine Flächeneinheit und ϱ die Dichtigkeit der Pulvergase in dem Moment der Beobachtung, unter der Voraussetzung, daß sie für alle Gasschichten constant wäre.

p' den Druck der Gasschicht am Geschoß auf eine Flächeneinheit im Moment der Beobachtung;

p'' den Druck der Gasschicht am Boden auf eine Flächeneinheit im Moment der Beobachtung;

$v = \frac{dy}{dt}$ die Geschwindigkeit des Geschosses nach Verlauf der Zeit t;

$v' = \frac{dy'}{dt}$ die Geschwindigkeit des Geschützes mit der Laffete nach derselben Zeit;

e das Kaliber des Geschützes;

d den Durchmesser des Geschosses;

g die Beschleunigung der Schwere;

π das Verhältniß des Umfangs zum Durchmesser.

Die Gleichungen für die Bewegung der Geschosse, der Pulvergase und des Geschützes gründen sich auf 2 Grundregeln der Mechanik: auf das Gesetz der unveränderlichen Beibehaltung der Bewegung des Schwerpunkts und auf das der lebendigen Kräfte.

Zufolge des ersten Gesetzes bewegt sich, wenn ein System materieller Punkte durch die Einwirkung anziehender oder abstoßender Kräfte auf seine Atome in Bewegung gesetzt ist, der Schwerpunkt mit gleichbleibender Geschwindigkeit, und folglich muß die Summe aller Bewegungsquantitäten der verschiedenen Theile des Systems in jedem Moment dieselbe oder constant sein.

Die Quantität der Bewegung des Geschosses ist nun nach der Zeit $t = \frac{b}{g} v = \frac{b}{g} \frac{dy}{dt}$; die des Geschützes in derselben Zeit $= \frac{B}{g} v' = \frac{B}{g} \frac{dy}{dt}$.

Um nun die Quantität der Bewegung der Ladung zu finden, bemerken wir, daß die Masse einer Längeneinheit der Ladung $= \frac{c}{ga}$ und die Masse einer Pulverschicht von der Dicke $dx = \frac{c}{ga} dx$ ist, so daß, wenn z den Abstand einer Gasschicht vom Anfangspunkt der Coordinaten unter den obigen Voraussetzungen bezeichnet, ihre Geschwindigkeit, nach der Zeit $t = \frac{dz}{dt}$ und die Quantität ihrer Bewegung $= \frac{c}{ga} \cdot \frac{dz}{dt} \cdot dx$ ist. Integrirt man diesen Ausdruck zwischen den durch die Länge der Ladung gegebenen Grenzen, d. h. von $x = o$ bis $x = a$, so erhält man die Quantität der Bewegung der ganzen Ladung, nach der Zeit t

$$= \frac{c}{ga} \int_o^a \frac{dz}{dt} dx.$$

Die Summe der Quantitäten der Bewegung aller Theile des Systems nach der Zeit t ist also

$$\frac{b}{g} v + \frac{B}{g} v' + \frac{c}{ga} \int_o^a \frac{dz}{dt} dx.$$

Sie muß, wie bemerkt, einer constanten Größe gleich sein, die nichts

Anderes ist, als die Quantität der Bewegung*) des ganzen Systems in der Zeit, wo das Geschoß in Bezug auf das Geschütz keine Bewegung erhielt, und da das Geschütz bis zum Schuß in Ruhe ist, so ist die Quantität der Bewegung des Systems in dieser Zeit = o und wir haben also die Gleichung:

$$\frac{b}{g} v + \frac{B}{g} v' + \frac{c}{ga} \int_{o}^{a} \frac{dz}{dt} \, dz = o.$$

$$\text{oder } bv + Bv' + \frac{c}{a} \int_{o}^{a} \frac{dz}{dt} \, dx = o.$$

Diese Gleichung ist aber nur dann richtig, wenn wir annehmen, daß die Fläche eines senkrechten Durchschnitts der Seele gleich der Fläche der Wirkung der Pulvergase auf das Geschoß ist. In der That wirken aber die Gase nur auf den größten Kreis des Geschosses, der, des Spielraumes wegen, kleiner als der Querschnitt der Seele ist, und das Geschoß erhält demnach nicht die ganze Quantität der Bewegung, die durch die Gase entwickelt wird, sondern nur einen der Fläche des größten Kugelkreises des Geschosses proportionalen Theil. Nehmen wir nun aber an, daß durch den Spielraum, durch den ein Theil der Gase entweicht, seiner geringen Größe wegen, die Parallelität der Gasschichten keinen Eintrag erleidet und bemerken wir noch, daß die Fläche des Querschnitts der Seele sich zu dem größten Kreise des Geschosses, wie das Quadrat des Geschützkalibers zum Quadrat des Geschoßdurchmessers verhält, so erhalten wir die neue Gleichung:

$$\frac{e^2}{d^2} bv + Bv' + \frac{c}{a} \int_{o}^{a} \frac{dz}{dt} \, dx = o \quad \ldots \quad (A),$$

als Ausdruck für die Quantität der Bewegung des Geschosses, Geschützes und der Ladung, wenn das erstere im Rohr ist.

*) Diese Bewegung geht in Bezug auf das Geschütz nach rückwärts, und in Bezug auf das Geschoß und den größten Theil der Pulvergase nach vorwärts vor sich. Die nach beiden Richtungen in der Zeit t erzeugten Wirkungen (Quantitäten oder Momente der Bewegung) sind einander gleich, und haben daher in der vorliegenden Gleichung die Geschwindigkeiten v und v′ entgegengesetzte Vorzeichen (+ und −), wie dies weiterhin auch erläutert wird.
D. R.

Die Anwendung des Gesetzes der lebendigen Kräfte giebt uns die zweite Gleichung für die Bewegung. Dieses Gesetz lehrt, daß die Summe aller lebendigen Kräfte eines in Bewegung befindlichen Systems materieller Punkte nach Verlauf einer gewissen Zeit gleich der lebendigen Kraft ist, welche das System im Anfange der Bewegung hatte, verbunden mit der im Verlauf der beobachteten Zeit geleisteten Arbeit.

Da nun die lebendige Kraft eines Körpers gleich dem Produkt seiner halben Masse und des Quadrates der Geschwindigkeit ist, so wird die Summe der lebendigen Kräfte des von uns betrachteten Systems nach Verlauf der Zeit t sein:

$$\frac{b}{2g} v^2 + \frac{B}{2g} v'^2 + \frac{c}{2ga}\int_0^a \left(\frac{dz}{dt}\right)^2 dx$$

Ist nun die Geschwindigkeit des bezeichneten Systems im Anfange der Bewegung $= 0$, so ist seine lebendige Kraft im Anfange der Bewegung ebenfalls $= 0$. Es bleibt sonach noch die Arbeit zu bestimmen, die von den Pulvergasen in der Zeit t vollbracht wird.

Zur Berechnung dieser Arbeit nehmen wir wieder, wie schon oben, statt der mit jeder Schicht wechselnden Gasspannungen, eine für alle Schichten constante Größe an, welche dieselbe Arbeit leistet, wie die veränderlichen Spannungen aller Gasschichten; bei dieser Annahme hat jede Gasschicht von vorn und hinten einen gleichen Druck auszuhalten, so daß man sich auf die Betrachtung der äußern Schichten am Geschoß und am Seelenboden beschränken kann. Dabei muß dann der Druck der Gase auf eine Flächeneinheit des Geschosses gleich dem Gasdruck auf eine Flächeneinheit des Seelenbodens sein. Der Druck der Gase auf das Geschoß wird durch die Form $\frac{\pi}{4} d^2 p$ und der auf den Seelenboden durch $\frac{\pi}{4} e^2 p$ dargestellt, so daß, wenn der Raum, den das Geschoß in dem Zeitelement dt zurücklegt, dy, und der vom Boden zurückgelegte dy' ist, dann die in dem Zeitelement dt geleistete Arbeit $= \frac{\pi}{4} d^2 p\, dy + \frac{\pi}{4} e^2 p\, dy' = \frac{\pi}{4} d^2 \left(p dy + \frac{e^2}{d^2} p dy'\right)$ und die von ihnen in der Zeit t geleistete Arbeit, in welcher Zeit das Geschoß vom Anfangspunkt der Coordinaten von

a bis y und der Seelenboden von o bis y' gerückt ist =

$$\frac{\pi}{4} d^2 \left(\int_a^y pdy + \frac{e^2}{d^2} \int_o^{y'} pdy' \right) \text{ wird.}$$

Unsere zweite Gleichung für die Bewegung wird also:

$$\frac{b}{2g} v^2 + \frac{B}{2g} v'^2 + \frac{c}{2ga} \int_o^a \left(\frac{dz}{dt}\right)^2 dx =$$
$$\frac{\pi}{4} d^2 \left(\int_a^y pdy + \frac{e^2}{d^2} \int_o^{y'} pdy' \right)$$

oder

$$bv^2 + Bv'^2 + \frac{c}{a} \int_o^a \left(\frac{dz}{dt}\right)^2 dx =$$
$$\frac{\pi}{2} d^2 g \left(\int_a^y pdy + \frac{e^2}{d^2} \int_o^{y'} pdy' \right) \ldots (B).$$

Die Größe z in den Gleichungen (A) und (B) wird nach der von uns angenommenen Bedingung, daß der Druck der Gase und folglich ihre Dichtigkeit in allen Schichten constant sein sollen, bestimmt; bei dieser Bedingung wird das Verhältniß $\frac{dz}{dx}$ zwischen dz, der Dicke einer Gasschicht, und dx, der Dicke einer Pulverschicht, aus welcher die beobachtete Gasschicht entstanden ist, für alle Schichten ein constantes, so daß

$$dz = \text{const. } dx \text{ ist.}$$

Integriren wir diesen Ausdruck, so erhalten wir, da für $x = o$, $z = y'$ und für $x = a$, $z = y$ wird, zur Bestimmung dieser Constanten die Gleichung

$$z = \frac{y - y'}{a} x + y'.$$

Da nun x unabhängig von t ist, so erhält man aus der letzten Gleichung

$$\frac{dz}{dt} = \frac{\frac{dy}{dt} - \frac{dy'}{dt}}{a} x + \frac{dy'}{dt} = \frac{v - v'}{a} x + v'$$

$$\left(\frac{dz}{dt}\right)^2 = \frac{v^2 - 2vv' + v'^2}{a^2} x^2 + 2 \frac{vv' - v'^2}{a} x + v'^2$$

$$\int_0^a \frac{dz}{dt}\,dx = \frac{v - v'}{2}\,a + v'a = \frac{v + v'}{2}\,a$$

$$\int_0^a \left(\frac{dz}{dt}\right)^2 dx = \frac{v^2 - 2vv' + v'^2}{3}\,a + (vv' - v'^2)\,a + v'^2\,a$$

$$= \frac{v^2 + vv' + v'^2}{3}\,a.$$

Setzen wir nun die Größe $\int_0^a \frac{dz}{dt}\,dx$ in die Gleichung (A) ein und die Größe $\int_0^a \left(\frac{dz}{dt}\right)^2 dx$ in die Gleichung (B), und fassen dabeiins Auge, daß die Geschwindigkeit des Geschosses der des Seelenbodens entgegengesetzt ist, so nimmt die Gleichung (A) folgende Gestalt an:

$$\frac{e^2}{d^2}\,bv - Bv' + c\,\frac{v - v'}{2} = 0$$

oder

$$\left(B + \frac{c}{2}\right) v' = \left(\frac{e^2}{d^2}\,b + \frac{c}{2}\right) v$$

oder, wenn man das Gewicht der Ladung gegen das des Geschützes mit der Laffete außer Acht läßt,

$$Bv' = \left(\frac{e^2}{d^2}\,b + \frac{c}{2}\right) v \;\ldots\; (1),$$

woraus

$$v' = \frac{\left(\frac{e^2}{d^2}\,b + \frac{c}{2}\right) v.}{B}$$

Die Gleichung (B) wird dann:

$$bv^2 + Bv'^2 + c\,\frac{v^2 - vv' + v'^2}{3} =$$

$$\frac{\pi}{2}\,gd^2 \left(\int_a^y p\,dy + \frac{e^2}{d^2}\int_0^{y'} p\,dy'\right)$$

oder

$$\left(b + \frac{c}{3}\right) v^2 + \left(B + \frac{c}{3}\right) v'^2 - \frac{c}{3}\,vv' =$$

$$\frac{\pi}{2}\,gd^2 \left(\int_a^y p\,dy + \frac{e^2}{d^2}\int_0^{y'} p\,dy'\right)$$

oder, wenn man wieder das Gewicht der Ladung gegen das des Geschützes außer Acht läßt:

$$\Big(b + \frac{c}{3} v^2 + Bv'^2 - \frac{c}{3} vv' =$$
$$\frac{\pi}{2} \, gd^2 \left(\int_a^y pdy + \frac{e^2}{d^2}\int_o^{y'} pdy'\right)$$

Setzt man in diese Gleichung v' aus der Gleichung (1) ein, so erhält man:

$$\left(1 + \frac{c}{3b} + \frac{\frac{e^4}{d^4} b + \frac{2}{3} \frac{e^2}{d^2} c + \frac{c^2}{12b}}{B}\right) bv^2 =$$
$$\frac{\pi}{2} \, gd^2 \left(\int_a^y pdy + \frac{e^2}{d^2}\int_o^{y'} pdy'\right) \ldots (2)$$

oder, wenn man den constanten Coefficienten

$$1 + \frac{c}{3b} + \frac{\frac{e^4}{d^4} b + \frac{2}{3} \frac{e^2}{d^2} c + \frac{c^2}{12b}}{B} = N \ldots (3),$$

setzt:

$$Nbv^2 = \frac{\pi}{2} \, gd^2 \left(\int_a^y pdy + \frac{e^2}{d^2}\int_o^{y'} pdy'\right) \ldots (4).$$

Da nun die Richtung der Bewegung des Geschosses der des Seelenbodens gerade entgegengesetzt ist, so wird die Geschwindigkeit des Geschosses in Bezug auf den Seelenboden nach Verlauf der Zeit $t = v + v'$ sein, was wir durch v'' bezeichnen. Erinnern wir uns nun noch, daß der Abstand des Geschosses vom Seelenboden nach der Zeit t durch Θ bezeichnet wird, so erhält man:

$$\frac{d\Theta}{dt} = \frac{d\,(y + y')}{dt} = v'' = v + v' \ldots (5)$$

und daraus

$$dt = \frac{d\Theta}{v''},$$

worin man $v'' = v + v'$ als Funktion von v bestimmen kann, wenn man statt v' seinen Werth aus der Gleichung (1) einsetzt und als Funktion von v', wenn man statt v aus der Gleichung (1) seinen Werth einführt.

Im ersten Falle ist

$$v'' = v + v' = v\left(1 + \frac{\frac{e^2}{d^2}\,b + \frac{c}{2}}{B}\right)$$

oder, wenn man den constanten Coefficienten

$$1 + \frac{\frac{e^2}{d^2}\,b + \frac{c}{2}}{B} = K \;.\;.\;.\; (6)$$

setzt:

$$v'' = Kv + v' = v \;.\;.\;.\; (7).$$

Im zweiten Falle ist

$$v'' = v + v' = v'\left(1 + \frac{B}{\frac{e^2}{d^2}\,b + \frac{c}{2}}\right)$$

oder, wenn man den constanten Faktor

$$1 + \frac{B}{\frac{e^2}{d^2}\,b + \frac{c}{2}} = L \;.\;.\;.\; (8)$$

setzt:

$$v'' = v + v' = Lv' \;.\;.\;.\; (9)$$

Um den Druck p' der Gasschicht am Geschoß und den Druck p'' der Gasschicht am Seelenboden auf die Flächeneinheit zu berechnen, ist festzuhalten, daß der Druck der ersteren auf das Geschoß $= \frac{\pi}{4}\,d^2p'$ und der der letztern gegen den Seelenboden $= \frac{\pi}{4}\,e^2p''$ ist. Die der Masse $\frac{b}{g}$ des Geschosses durch den Druck der Gasschicht auf das Geschoß ertheilte Beschleunigung ist $\frac{dv}{dt}$ und die der Masse $\frac{B}{g}$ des Geschützes mit der Laffete durch den Gasdruck auf den Seelenboden mitgetheilte $\frac{dv'}{dt}$ und da jede auf irgend eine Masse wirkende Kraft gleich dem Produkt der Masse und der durch die Kraft ihr mitgetheilten Beschleunigung ist, so erhält man folgende zwei Gleichungen:

$$\frac{b}{g}\,\frac{dv}{dt}=\frac{\pi}{4}\,d^2p' \;\ldots\;(10)$$

$$\frac{B}{g}\,\frac{dv'}{dt}=\frac{\pi}{4}\,e^2p'' \;\ldots\;(11)$$

Wir bezeichnen mit $\Theta_1, \Theta_2 \ldots \Theta_{n-1}, \Theta_n$ die aufeinander folgenden Entfernungen des Geschosses vom Seelenboden, mit $\Delta_1 = \Theta_1 - a$, $\Delta_2 = \Theta_2 - a, \ldots \Delta_{n-1} = \Theta_{n-1} - a$, $\Delta_n = \Theta_n - a$ die verschiedenen Entfernungen des Geschosses von seiner ursprünglichen Lage im Rohr und mit $y_1\ y_2 \ldots y_{n-1}\ y_n$ seine Abstände vom Anfangspunkt der Coordinaten; ferner mit $y'_1, y'_2 \ldots y'_{n-1}, y'^n$ die verschiedenen Abstände des Seelenbodens vom Anfangspunkt der Coordinaten; mit $v_1, v_2 \ldots v_{n-1}, v_n$ die Geschwindigkeiten des Geschosses; mit $v'_1, v'_2 \ldots v'_{n-1}, v'_n$ die Geschwindigkeiten des Geschützes mit Laffete und durch $v''_1, v''_2 \ldots v''_{n-1}, v''_n$ die Geschwindigkeiten des Geschosses in Bezug auf den Seelenboden, welche Geschwindigkeiten den bezeichneten Entfernungen entsprechen. Wir wollen ferner die Zwischenräume $\Delta_1 - o$, $\Delta_2 - \Delta_1 \ldots \Delta_{n-1} - \Delta_{n-2}$, $\Delta_n - \Delta_{n-1}$ und folglich auch $y_1 - a$, $y_2 - y_1, \ldots y_n - y_{n-1}$; $y'_1 - o$, $y'_2 - y'_1 \ldots y'_n - y'_{n-1}$ so klein annehmen, daß man die Spannungen: $p_1, p_2 \ldots p_{n-1}, p_n$; $p'_1, p'_2 \ldots p'_{n-1}, p'_n$; $p''_1, p''_2 \ldots p''_{n-1}, p''_n$ als constant während dieser Dauer annehmen kann, d. h. daß die Bewegung im Verlauf der bezeichneten Zwischenräume gleichmäßig beschleunigt wird. Versteht man nun ferner unter $t_1, t_2 \ldots t_{n-1}, t_n$ die Zeiten, in welchen das Geschoß von seiner ursprünglichen Lage im Rohr die Räume Δ_1, $\Delta_2 \ldots \Delta_{n-1}, \Delta_n$ und vom Anfangspunkt der Coordinaten die Räume $y_1, y_2 \ldots y_{n-1}, y_n$ und der Seelenboden vom Anfangspunkt der Coordinaten die Räume $y'_1, y'_2 \ldots y'_n$ durchläuft, so werden die Differenzen $t_1 - o$, $t_2 - t_1 \ldots t_{n-1} - t_{n-2}$, $t_n - t_{n-1}$ die Zeiten ausdrücken, in welchen das Geschoß von seiner ursprünglichen Lage im Rohr die Räume $\Delta_1 - o$, $\Delta_2 - \Delta_1 \ldots \Delta_{n-1} - \Delta_{n-2}$, $\Delta_n - \Delta_{n-1}$, welchen den Abscissen des Geschosses $y_1 - a$, $y_2 - y_1 \ldots y_n - y_{n-1}$ und denen des Seelenbodens $y'_1 - o$, $y'_2 - y'_1 \ldots y'_n - y'_{n-1}$ entsprechen, durchläuft. In Folge der gleichmäßig beschleunigten Bewegung während dieser Räume, wird dann:

$$t_1 - o = \frac{2(\Delta_1 - o)}{v''_1 + v''}, \; t_2 - t_1 = \frac{2(\Delta_2 - \Delta_1)}{v''_2 + v''_1} \ldots; \text{ überhaupt}$$

$$t_n - t_{n-1} = \frac{2(\Delta_n - \Delta_{n-1})}{v''_n + v''_{n-1}} \ldots (12),$$

oder

$$t_n - t_{n-1} = \frac{2(\Delta_n - \Delta_{n-1})}{K(v_n + v_{n-1})} \ldots (12_1),$$

und ebenso

$$t_n - t_{n-1} = \frac{2(y_n - y_{n-1})}{v_n + v_{n-1}} \ldots (12_2),$$

$$t_n - t_{n-1} = \frac{2(y'_n - y'_{n-1})}{v'_n + v'_{n-1}} \ldots (12_3),$$

oder

$$t_n - t_{n-1} = \frac{2(y'_n - y'_{n-1})}{(K-1)(v_n + v_{n-1})} \ldots (12_4),$$

und

$$t_n = t_{n-1} + \frac{2(\Delta_n - \Delta_{n-1})}{v''_n + v''_{n-1}} \ldots (12_5).$$

Die der Masse des Geschosses im Verlauf der gedachten Zeiträume mitgetheilten Beschleunigungen werden: $\frac{v_1 - o}{t_1 - o}$, $\frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$ ... $\frac{v_{n-1} - v_{n-2}}{t_{n-1} - t_{n-2}}$, $\frac{v_n - v_{n-1}}{t_n - t_{n-1}}$, und die der Masse des Geschützes und der Laffete ertheilten, $\frac{v'_1 - o}{t_1 - o}$, $\frac{v'_2 - v'_1}{t_2 - t_1}$ .... $\frac{v'_{n-1} - v'_{n-2}}{t_{n-1} - t_{n-2}}$, $\frac{v'_n - v'_{n-1}}{t_n - t_{n-1}}$ sein.

Da nun die Gleichung (4)

$$Nbv^2_n = \frac{\pi}{2} gd^2 \left(\int_a^{y_n} pdy + \frac{e^2}{d^2}\int_o^{y'_n} pdy'\right)$$

und $$Nbv^2_{n-1} = \frac{\pi}{2} gd^2 \left(\int_a^{y_{n-1}} pdy + \frac{e^2}{d^2}\int_o^{y'_{n-1}} pdy'\right)$$

ergiebt, so muß die Differenz beider Gleichungen, unter der Voraussetzung, daß der Druck p_n in den Zeitdifferenzen $y_n - y_{n-1}$ und $y'_n - y'_{n-1}$ constant ist, ergeben

$$Nb\,(v^2_n - v^2_{n-1}) = \frac{\pi}{2}\,gd^2\left(\int_{y_{n-1}}^{y_n} pdy + \frac{e^2}{d^2}\int_{y'_{n-1}}^{y'_n} pdy'\right)$$

$$= \frac{\pi}{2}\,gd^2p_n\left[(y_n - y_{n-1}) + \frac{e^2}{d^2}\,(y'_n - y'_{n-1})\right]$$

Aus den Gleichungen (12_1) (12_2) und (12_4) entwickelt sich

$$y_1 - y_{n-1} = \frac{1}{K}\,(\varDelta_1 - \varDelta_{n-1}),$$

$$y'_n - y'_{n-1} = \frac{K-1}{K}\,(\varDelta_n - \varDelta_{n-1});$$

Setzt man diese Werthe in die letzte Gleichung ein, so erhält man:

$$Nb\,(v^2_n - v^2_{n-1}) = \frac{\pi}{2}\,gd^2p_n\left[\frac{1+(K-1)\frac{e^2}{d^2}}{K}\right](\varDelta_n - \varDelta_{n-1}),$$

und daraus

$$p_n = \frac{2\,NKb\,(v^2_n - v^2_{n-1})}{\left[1 + (K-1)\frac{e^2}{d^2}\right]\pi gd^2\,(\varDelta_n - \varDelta_{n-1})}$$

oder, wenn man den constanten Factor:

$$\frac{NK}{1 + (K-1)\frac{e^2}{d^2}} = M \;\ldots\; (13)$$

setzt:

$$p_n = \frac{2\,Mb\,(v^2_n - v^2_{n-1})}{\pi gd^2\,(\varDelta_n - \varDelta_{n-1})} \;\ldots\; (14).$$

Diese Gleichung (14) gewährt einen Ausdruck für den Druck der Gase auf eine Flächeneinheit, während das Geschoß den Raum $\varDelta_n - \varDelta_{n-1}$ durchläuft, unter der Voraussetzung, daß er für alle Gasschichten constant ist.

Aus der Gleichung (10) bekommt man allgemein:

$$\frac{b}{g}\cdot\frac{v_n - v_{n-1}}{t_n - t_{n-1}} = \frac{\pi}{4}\,d^2p'_n,$$

oder, wenn man den Werth für $t_n - t_{n-1}$ aus der Gleichung (12) substituirt

$$p'_n = \frac{2b\,(v_n - v_{n-1})\,(v''_n + v''_{n-1})}{\pi gd^2\,(\varDelta_n - \varDelta_{n-1})} \;\ldots\; (15),$$

worin, nach der Gleichung (5)

$$v''_n = v_n + v'_n ; \; v''_{n-1} = v_{n-1} + v'_{n-1} \text{ ist.}$$

Setzt man aber in der Gleichung (15) aus der Gleichung (7) $v''_n = Kv_n$ und $v''_{n-1} = Kv_{n-1}$, so bekommt man;

$$p'_n = \frac{2\,Kb\,(v^2_n - v^2_{n-1})}{\pi g d^2\,(\varDelta_n - \varDelta_{n-1})} \; . \; . \; . \; (15_1),$$

worin K durch die Gleichung (6) bestimmt ist.

Dividirt man die Gleichung (15_1) durch (14), so bekommt man

$$p'_n = \frac{K}{M}\,p_n \; . \; . \; . \; (15_2).$$

Die Gleichungen (15), (15_1) und (15_2) geben einen Ausdruck für den Druck der unmittelbar hinter dem Geschoß wirkenden Gasschicht auf eine Flächeneinheit, wenn das Geschoß den Raum $\varDelta_n - \varDelta_{n-1}$ durchläuft.

Auf ähnliche Weise erhält man aus der Gleichung (11) durch Substitution des Werthes von $t_n - t_{n-1}$ aus der Gleichung (12),

$$p'_n = \frac{2\,B\,(v'_n - v'_{n-1})\,(v''_n - v''_{n-1})}{\pi g e^2\,(\varDelta_n - \varDelta_{n-1})} \; . \; . \; . \; (16)$$

oder, wenn man $v''_n = Lv'_n$ und $v''_{n-1} = Lv'_{n-1}$ setzt, aus der Gleichung (9)

$$p''_n = \frac{2\,LB\,(v'^2_n - v'^2_{n-1})}{\pi g e^2\,(\varDelta_n - \varDelta_{n-1})} \; . \; . \; . \; (16_1)$$

oder, wenn man v'_n und v'_{n-1} nach der Gleichung (I) durch v_n und v_{n-1} ausdrückt und für L seinen Werth aus der Gleichung (8) einführt:

$$p''_n = \frac{2\left(1 + \frac{c}{2b} \cdot \frac{d^2}{e^2}\right) Kb\,(v^2_n - v^2_{n-1})}{\pi g d^2\,(\varDelta_n - \varDelta_{n-1})} \; . \; . \; . \; (16_2),$$

wobei man sich nur zu erinnern hat, daß nach der Gleichung (6)

$$1 + \frac{\frac{e^2}{d^2}\,b + \frac{c}{2}}{B} = K \text{ ist.}$$

Dividirt man die Gleichung (16_2) durch die Gleichung (14), so erhält man:

$$p''_n = \frac{\left(1 + \frac{c}{2b} \cdot \frac{d^2}{e^2}\right) K}{M} \cdot p_n \quad \ldots (16_3);$$

und setzt man statt $t_n - t_{n-1}$ seinen Werth nach der Gleichung (12_1) ein, so ergiebt die Gleichung (11)

$$p''_n = \frac{2 B \left(v'^2_n - v'^2_{n-1}\right)}{\pi g e^2 \left(y'_n - y'_{n-1}\right)} \quad \ldots (16_4).$$

Die Gleichungen (16), (16_1), (16_2), (16_3) und (16_4) bestimmen den Druck der unmittelbar vor dem Seelenboden liegenden Gasschicht auf die Flächeneinheit, wenn das Geschoß den Raum $\Delta_n - \Delta_{n-1}$ durchfliegt.

Auf diese Weise haben wir aus den allgemeinen Gleichungen (A) und (B) für die Bewegung des Geschosses, Geschützes und der Ladung die Gleichung (14) entwickelt, welche uns ein Bild für die Größe des Gasdruckes unter der Voraussetzung, daß er in einem gegebenen Augenblick für alle Schichten gleich sei, als Function von der Geschwindigkeit des Geschosses, während es einen ziemlich kleinen Raum in der Seele durchfliegt, giebt. Aus der Gleichung (10) haben wir die Gleichung (15) entwickelt, aus welcher man den Druck der Gasschicht auf das Geschoß, als das Minimum aller Gasdrucke, während eines vom Geschoß im Rohr durchflogenen Raumelements, durch die Geschwindigkeit des Geschosses und Geschützes berechnen kann; die Gleichung (15_1), welche den Gasdruck auf das Geschoß, während dieses ein Raumelement durchläuft, nur als Function der Geschwindigkeit des Geschosses darstellt, und die Gleichung (15_2), welche ihr als Function der in einem gegebenen Augenblick für alle Schichten constanten Gasspannungen giebt. Aus der Gleichung (11) haben wir gewonnen: die Gleichung (16), in der der Gasdruck auf den Seelenboden, als Maximum aller Gasdrucke, abhängig von der Geschwindigkeit des Geschosses, während die im Rohr ein Raumelement durchfliegt, und des Geschützes dargestellt ist; die Gleichung (16_1), in welcher er nur durch die Geschwindigkeit des Geschützes ausgedrückt wird; die Gleichung (16_2), worin er nur durch die Geschwindigkeit des Geschosses bestimmt wird; die Gleichung (16_3), in welcher er durch die in einem gedachten Moment für alle Gasschichten constant angenommenen Gasspannungen zu berechnen ist, und die Gleichung (16_4),

in welcher er schließlich als Funktion der Geschwindigkeit des Geschützes erscheint, während, nicht wie früher immer das Geschoß, sondern der Seelenboden ein Raumelement durchläuft.

Aus dem oben Gesagten leuchtet ein, daß, wenn man die Geschwindigkeit des Geschosses und Geschützes bei verschiedenen, ziemlich nahe auf einander folgenden Lagen des Geschosses in der Seele kennt, man daraus die Gasspannungen, unter der Voraussetzung, daß sie in einem gegebenen Moment für alle Schichten constant sind und den, den verschiedenen, vom Geschoß im Rohr durchlaufenen Raumelementen entsprechenden Druck der Gasschichten auf das Geschoß und den Seelenboden berechnen kann.

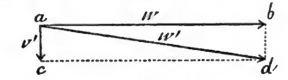
Um nun diese Geschwindigkeit des Geschosses und Geschützes bei den verschiedenen Lagen des erstern im Rohr zu bestimmen, benutzte man bei den in Berlin angestellten Versuchen einen broncenen Preußischen 6pfder, der schon 1000 scharfe Schüsse ausgehalten hatte, dessen Seele aber noch so gut erhalten war, daß ihre Erweiterung um die Ladung 0,2‴ nicht überstieg. Sein Zündkanal war vollständig in Ordnung.

Im Bodenstück des Kanons war an der rechten Seite in einem Abstande von 3,09″ (3″)*) vom Seelenboden, parallel der Schildzapfenachse ein Stollen aus Gußstahl eingeschraubt, der um 0,01″, in die Seele reichte und außen in einem Kopfe endigte, der 1,59″ (1,54″) hoch war. In der Richtung der Achse dieses Stollens war ein cylindrisches Loch gebohrt von 0,301″ (0,295″) Durchmesser und 4,364″ (4,237″) Länge. In dieses Loch wurden aus Gußstahl abgedrehte Cylinder von 0,299″ (0,290″) Durchmesser von verschiedener Schwere geschoben. Dieses verschiedene Gewicht erreichte man dadurch, daß man sie verschieden lang arbeitete; da man sie aber nicht viel über 4,325″ (4,200″) lang machen wollte, so gab man den schwereren außen einen Kopf. Das Geschütz wurde mit der scharfen Ladung geladen und beim Abfeuern trafen die durch die Kraft der Pulvergase aus der Röhre des Stollens geschleuderten Cylinder in den Recepteur eines Gewehrpendels, der 12′ 0,5″ (11′ 7,872″) von der äußeren Oeffnung des Stollens entfernt war. Mit Hülfe dieses Pendels bestimmte

*) Die ersten Zahlen bedeuten in diesem Abschnitt überall die Russischen, die in Klammern dahinter stehenden die Preußischen Maaße.

man die Geschwindigkeit der Cylinder bei ihrem Anschlagen an den Recepteur, und berechnete daraus ihre Geschwindigkeit beim Herausfliegen aus dem Stollen. Jeder Cylinder wurde so in das Loch des Kastens gesetzt, daß der Abstand seines untern Endes von der äußern Mündung der Oeffnung 4,325″ (4,200″) betrug.

Da nun aber während der Zeit der Bewegung des Cylinders in der Röhre das Geschütz zurücklief, so konnte das natürlich nicht ohne Einfluß auf die Größe und Richtung der Geschwindigkeit des Cylinders bleiben. Wenn man nun durch ab = w die Größe und Richtung der Geschwindigkeit bezeichnet, die der Cylinder beim Herausfliegen aus dem Stollen nur von der Wirkung



der Pulvergase erhielte, wenn das Geschütz nicht zurückliefe, und durch ac = v′ die Größe und Richtung der Geschwindigkeit des Rücklaufes des Geschützes bis zu dem Augenblick, wo der Cylinder den Stollen verläßt, so wird die wirkliche Geschwindigkeit des Cylinders beim Herausfliegen aus dem Kasten in Folge des Rücklautes in Größe und Richtung durch die Linie $ad = w' = \sqrt{w^2 + v^2}$ dargestellt. Aus diesem Grunde müssen die Cylinder in schräger Richtung nach rechts, d. h. nach der Bodenverstärkung zu aus dem Stollen fliegen, und diese Abweichungen werden um so größer sein, je schwerer die Cylinder sind. Aus den Versuchen ergab sich dann auch, daß eine Vermehrung des Gewichtes der Cylinder um 7 Solotnik (2,042 Loth) eine Vergrößerung der Abweichung von etwa 1″ bewirkte, und man mußte daher, um die Flugbahn der Cylinder möglichst auf den Mittelpunkt des Recepteurs zu leiten, die Oeffnung des Kastens, je nach der Größe der Abweichung derselben mehr oder weniger nach links von diesem Centrum richten. Beim Anschlagen des Cylinders gegen den parallel dem Geschütz aufgehängten Recepteur, wird seine Geschwindigkeit in 2 Richtungen abgelenkt. Die eine wirkt senkrecht auf die Fläche des Pendels und wird durch den Ausschlag derselben gemessen; sie stellt den Theil der Geschwindigkeit dar, den der Cylinder ohne Rücksicht auf den Rücklauf nur durch die Kraft der Pulvergase

erhalten würde; die andere Richtung wirkt parallel der Fläche des Pendels und ihre Wirkung besteht in einer geringen Erschütterung desselben.

Das Kanon befand sich auf einer Laffete, deren Räder niedrig genug waren, um zu verhindern, daß die Cylinder beim Herausfliegen aus dem Kasten sie nicht streiften. Das Pendel, das man zum Messen der Geschwindigkeit der Cylinder benutzte, hatte von der Aufhängungsachse bis zum Mittelpunkt des Recepteurs eine Länge von 6,18′ (6′) und wog 98 — 119 ℔. (86 — 104 ℔.), je nach dem Gewicht der Füllung des Recepteurs. Es war in einem leichten, gut verwahrten Holzgebäude aufgestellt, in der dem Geschütz zugekehrten Seite befand sich ein Loch, durch das die Cylinder flogen, und zwischen diesem Loch und der Geschützmündung war ein hölzerner Schirm aufgestellt, um zu verhindern, daß die durch den Schuß in Bewegung gesetzte Luft auf das Pendel wirken möchte. Zum Richten des Loches in dem Stollen auf den gewünschten Punkt des Re.cepteurs, benutzte man einen cylindrischen Stahlstift von 16,5″ (16″) Länge, der fast ohne Spielraum in dies Loch hineinging; dieser Stift wurde in das Loch des Stollens geschoben, und in der Nähe des Punktes, wo er aus ihm heraus sah, befestigte man an ihm das eine Ende eines Fadens, dessen anderes Ende man vor den Punkt des Recepteurs hielt, nach dem man das Loch des Stollens richten wollte. Darauf wurde die Laffete so weit vorwärts oder zurück bewegt und das Bodenstück so lange hoch oder herunter geschraubt, bis der Faden seiner ganzen Länge nach an dem Stift anlag. Die Füllung des Recepteurs bestand beim Schießen mit den leichten Cylindern ohne Knopf aus Scheiben von Erlenholz, und beim Schießen mit den schwereren Cylindern mit Köpfen aus kreisförmigen, dünnen Bleiplatten, die in einiger Entfernung von einander placirt wurden, damit die Cylinder leichter in sie eindringen konnten. Es hatte sich dies darum als nöthig erwiesen, weil bei einer Füllung des Recepteurs mit hölzernen Scheiben, die Cylinder mit Köpfen in diese nicht eindrangen, sondern davon abprallten, und das Pendel so heftig erschütterten, daß seine Angaben vollständig unzuverlässig wurden.

Bei den Versuchen benutzte man zum Schießen:

1) gewöhnliche, d. h. nicht verlängerte Ladungen von 2,284 ℔. (2 ℔.) und Kugeln mit Spiegeln;
2) verlängerte Ladungen von 2,284 ℔. (2 ℔.) und Kugeln mit Spiegeln;
3) verlängerte Ladungen von 2,463 ℔. (2 ℔. 5 Loth) und Kugeln mit Spiegeln;
4) gewöhnliche, nicht verlängerte Ladungen von 1,999 ℔. (1¾ ℔.) und Kugeln mit Spiegeln, und endlich
5) nicht verlängerte blinde Ladungen von 2,284 ℔. (2 ℔.).

Die gewöhnliche Ladung von 2,284 ℔. (2 ℔.) war 6,308″ (6,125″) lang, die verlängerte von derselben Pulvermenge 7,435″ (7,219″), die verlängerte von 2,463 ℔. (2 ℔. 5 Loth) 7,899″ (7,671″) und die gewöhnliche von 1,999 ℔. (1¾ ℔.) 5,520″ (5,360″) lang. Der Durchmesser der gewöhnlichen Ladung verhielt sich zu dem der verlängerten von 2,284 ℔. (2 ℔.) wie 141 zu 128, und zum Durchmesser der verlängerten von 2,463 ℔. (2 ℔. 5 Loth) wie 141 zu 131.

Mit den bezeichneten Ladungen wurden mit Cylindern desselben Gewichtes so viel Schüsse gethan, bis man 5 Treffer erhielt und aus diesen das Mittel genommen.

Die Versuche führten zu folgenden Daten:

Gewöhnliche Ladung mit Kugel und Spiegel von 2,284 ℔ (2 ℔).				Verlängerte Ladung mit Kugel und Spiegel von 2,284 ℔. (2 ℔).			
Der von dem Cylinder in der Länge des Stollens zu durchfliegende Raum betrug 4,325″ (4,200″).							
Gewicht des Cylinders.		Geschwindigkeit des Cylinders beim Herausfliegen aus dem Stollen.		Gewicht des Cylinders.		Geschwindigkeit des Cylinders beim Herausfliegen aus dem Stollen.	
Ruff. Solotn.	Preuß. Loth.	Ruff. Fuß.	Preuß. Fuß.	Ruff. Solotn.	Preuß. Loth.	Ruff. Fuß.	Preuß. Fuß.
2,6038	0,75995	845,13	820,71	2,6038	0,75995	710,77	690,23
3,7706	1,10050	744,33	722,83	3,7264	1,08759	645,31	626,67
5,0713	1,4812	667,42	648,14	5,0774	1,48189	600,80	583,44
7,5094	2,19169	518,25	503,28	7,5831	2,21321	491,64	477,44
10,0810	2,94225	465,60	452,15	10,0584	2,935634	446,81	433,995
15,500	4,52372	363,04	352,55	15,456	4,51176	355,29	345,03
21,392	6,24345	288,25	279,92	21,433	6,25536	287,98	279,66
41,580	12,13565	191,34	185,81	41,817	12,20479	192,08	186,53
64,812	18,91599	136,13	132,20	64,732	18,89271	148,38	138,27
78,965	23,04664	119,33	115,88	78,975	23,04963	118,56	115,13
89,489	26,12074	108,77	105,63	89,393	26,09010	106,97	103,88

Verlängerte Ladung mit Kugel und Spiegel von 2,463 ℔. (2 ℔. 5 Loth).				Gewöhnliche Ladung mit Kugel und Spiegel 1,999 ℔. (1¾ ℔.).				Gewöhnliche Ladung ohne Vorlage von 2,284 ℔. (2 ℔.).			
Der von dem Cylinder in der Länge des Stollens zu durchfliegende Raum betrug 4,325″ (4200″).											
Gewicht des Cylinders.		Geschwindigkeit des Cylinders beim Herausfliegen aus dem Stollen.		Gewicht des Cylinders.		Geschwindigkeit des Cylinders beim Herausfliegen aus dem Stollen.		Gewicht des Cylinders.		Geschwindigkeit des Cylinders beim Herausfliegen aus dem Stollen.	
Russ. Solotnik.	Preuß. Loth.	Russ. Fuß.	Preuß. Fuß.	Russ. Solotn.	Preuß. Loth.	Russ. Fuß.	Preuß. Fuß.	Russ. Solotn.	Preuß. Loth.	Russ. Fuß.	Preuß. Fuß.
2,6038	0,75995	708,96	688,48	2,5793	0,752775	733,17	711,985	2,5519	0,74479	624,71	606,665
3,7474	1,09371	634,27	615,94	3,7200	1,085735	662,52	643,383	4,9634	1,44861	461,24	448,95
5,0701	1,47976	602,56	586,15	4,9830	1,454342	588,91	571,895	10,0006	2,91877	295,12	286,59
7,5534	2,20451	507,20	492,54	7,5093	2,191666	465,33	451,887	22,696	6,62396	167,97	163,12
10,0409	2,93053	452,58	439,50	10,0162	2,923334	412,74	400,815	41,601	12,14167	101,65	98,689
15,514	4,52795	364,09	353,57					64,736	18,89375	73,70	71,574
21,979	6,41475	294,24	285,74					89,601	26,15104	56,72	51,7107
41,343	12,06625	201,66	195,834								
64,815	18,91684	142,27	138,16								
79,005	23,05865	123,39	119,82								
89,323	26,06979	110,56	107,370								

Beim Schießen setzen die Pulvergase in Bewegung: 1) in dem Loch des Stollens — den Cylinder und eine gewisse Menge Gase, deren Gewicht aber ziemlich unbedeutend ist, so daß man es außer Acht lassen kann; und 2) in der Seele nach der Mündung zu — das Geschoß und die Ladung und nach der Bodenverstärkung zu — das Geschütz mit der Laffete. Bezeichnet man das Gewicht des Cylinders mit β, seinen Durchmesser mit ε, den in dem Loch des Kastens vom Cylinder durchflogenen Raum mit λ, die Zeit, die der Cylinder dazu braucht, mit t, die danach gewonnene Geschwindigkeit des Cylinders, mit der er also den Kasten verläßt, mit w, die Geschwindigkeit, die das Geschoß und die Laffete in dieser Zeit erhalten haben, mit v und v′, und den in dieser selben Zeit vom Geschoß durchflogenen Raum mit $\varDelta = \Theta - a$, so erhält man nach Verlauf der Zeit t in dem Loch des Stollens — die von den Gasen dem Cylinder ertheilte Quantität der Bewegung $= \frac{\beta}{g}$ w: in der Seele — gemäß der Gleichung (1) die von den Gasen nach der Mündung zu entwickelte Quantität der Bewegung $- \left(\frac{e^2}{d^2}\frac{b}{g} + \frac{c}{2g}\right) v$ und die nach dem Seelenboden zu entwickelte $= \frac{B}{g}$ v′.

In dem Loch des Kastens wirken die Gase auf den Querschnitt dieses Loches, oder, da die Cylinder fast ohne Spielraum in dasselbe gehen, auf den Querschnitt derselben $= \frac{\pi}{4}\varepsilon^2$, und in der Seele auf ihren Querschnitt $= \frac{\pi}{4} e^2$. Demnach wird die von den Gasen einer Flächeneinheit mitgetheilte Quantität der Bewegung

in dem Loch des Stollens $= \dfrac{\frac{\beta}{g} w}{\frac{\pi}{4}\varepsilon^2}$

und in der Seele:

nach der Mündung zu $= \dfrac{\left(\frac{e^2}{d^2}\frac{b}{g} + \frac{c}{2g}\right) v}{\frac{\pi}{4} e^2}$

nach dem Seelenboden zu $= \frac{\frac{B}{g} v'}{\frac{\pi}{4} e^2}$ sein,

und da die durch die Gase der Flächeneinheit mitgetheilte Quantität der Bewegung nach allen 3 Richtungen dieselbe sein muß, so erhält man:

$$\frac{\beta w}{\varepsilon^2} = \frac{\frac{e^2}{d^2} b + \frac{c}{2}}{e^2} \cdot v = \frac{B}{e^2} \cdot v',$$

woraus:

$$v = w \frac{\beta}{\frac{e^2}{d^2} b + \frac{c}{2}} \cdot \frac{e^2}{\varepsilon^2} \quad \ldots (17)$$

$$v' = w \cdot \frac{\beta}{B} \cdot \frac{e^2}{\varepsilon^2} \quad \ldots (18)$$

$$v + v' = v'' = w\beta \left(\frac{1}{\frac{e^2}{d^2} b + \frac{c}{2}} + \frac{1}{B} \right) \cdot \frac{e^2}{\varepsilon^2} \quad \ldots (19).$$

Diese drei Gleichungen drücken die unbedingte Geschwindigkeit des Geschosses und Geschützes und die Geschwindigkeit des Geschosses in Bezug auf den Seelenboden nach Verlauf der Zeit t aus, d. h. wenn der Cylinder von dem Gewicht β aus dem Loch des Kastens herausgeflogen ist, nachdem er in demselben den Weg λ zurückzulegen hatte.

Da nun die Verhältnisse der Geschwindigkeiten v, v', v'' und w constante Größen sind, so erhält man, wenn man $\frac{w}{v''}$ mit K bezeichnet und sich erinnert, daß $w = \frac{d\lambda}{dt}$ und $v'' = \frac{d\Theta}{dt}$ ist, nach Verlauf der Zeit t:

$$d\lambda = K d\Theta$$

und da nun in dieser Zeit, der Cylinder in der Länge des Kastens den Raum λ zurücklegt und das Geschoß vom Seelenboden ab von a nach Θ rückt, so ergiebt das Integral der letzten Gleichung

$$\lambda = K(\Theta - a) = K\Delta,$$

oder

$$K = \frac{\lambda}{\varDelta}$$

oder

$$\frac{w}{v''} = \frac{\lambda}{\varDelta}\text{*)}.$$

Setzt man den letzten Ausdruck in die Gleichung (19) ein, so erhält man:

$$\varDelta = \lambda^3 \left(\frac{1}{\frac{e^2}{d^2} b + \frac{c}{2}} + \frac{1}{B} \right) \cdot \frac{e^2}{\varepsilon^2} \quad \cdot \cdot (20)$$

---

*) Um auf dem Wege des Versuches das Verhältniß zwischen den Geschwindigkeiten und Räumen, die der Cylinder und das Geschoß in der Zeit durchliefen, in welcher das letztere den Raum von seiner ursprünglichen Lage im Rohr bis zur Mündung zurücklegte, bestimmte man den von dem Cylinder in der gedachten Zeit zurückgelegten Weg folgender Maaßen:

Man legte die Leitungsdrähte von den Belegungen einer Leydener Flasche so nach dem im Stollen befindlichen Stahlcylinder, daß sie, nachdem der von der innern Belegung vor der Geschützmündung vorbei gegangen war, beide an demselben aber einander gegenüber endigten, so daß der Cylinder ein Glied der electrischen Kette bildete. Der vor der Mündung vorbeigehende Draht war vor derselben unterbrochen und das eine der beiden Enden isolirt, in einen etwa 2′ langen Abschnitt eines Flintenlaufes gesteckt, und vor der Mündung so befestigt, daß die Kugel beim Herausfliegen aus der Mündung durch Zerstörung der Isolirung die Kette schließen mußte. Der aus dem Stollen hervorragende Theil des Cylinders war mit Papier bewickelt. Vor dem Abfeuern des Geschützes wurde die Leydener Flasche geladen und die vor der Mündung unterbrochene Kette durch einen Auslader geschlossen; der electrische Strom wurde dadurch in Thätigkeit gesetzt, und der von den Enden der Drähte am Cylinder überspringende Funken brannte in die Umhüllung desselben 2 kleine Löcher, durch welche die ursprüngliche Lage des Cylinders in dem Loch des Kastens bezeichnet wurde. Nachdem man hierauf die Leydener Flasche von Neuem geladen hatte, feuerte man das Geschütz ab. In dem Moment, wo die Kugel bei dem Verlassen des Rohres das in ihrem Wege befindliche Ende des genannten Flintenlaufs traf, wurde die Kette geschlossen, die Flasche entladen und der Funke schlug wieder an den Stahlcylinder durch seine Umhüllung 2 kleine Löcher. Da nun der Cylinder in demselben Moment wie die Kugel in Bewegung gesetzt wurde, so gab der Abstand zwischen den Löchern auf seine Umhüllung an, wie viel der Cylinder in der Zeit, daß das Geschoß das Rohr durchflog, sich im Stollen nach außen bewegt hatte. Die bei diesem Versuch angewendeten Cylinder nahm man von solcher Schwere, daß sie keinesfalls eher

als die Entfernung, welche das Geschoß von seiner ursprünglichen Lage im Rohr in der Zeit t, während welcher also der Cylinder von dem Gewicht β in der Länge des Kastens den Weg λ zurück gelegt hat, durchflogen hat.

---

aus dem Loch des Kastens fliegen konnten, als bis das Geschoß die Mündung verlassen hatte.

Der Versuch führte zu folgenden Resultaten:

	Gewicht des Cylinders.		Raum, den der Cylinder während der Zeit durchflog, daß das Geschoß die ganze Seele, von seiner ursprünglichen Lage bis zur Mündung zurücklegte. λ.		Länge der Seele von der Stelle, wo das Geschoß ursprünglich lag, bis zur Mündung. Δ.	
	Ruß. Sol.	Prß. Loth.	Ruß.	Prß.	Ruß.	Preuß.
			Zolle.			
Gewöhnliche Ladung von 2,284 ℔ (2 ℔) mit Kugeln.	137,05	40	2,152	2,09	54,653	53,074
			2,245	2,18		
			2,240	2,175		
im Mittel			2,152			
Verlängerte Ladung von 2,284 ℔ (2 ℔) mit Kugeln.	137,05	40	2,224	2,16	53,526	51,980
			2,204	2,14		
			2,245	2,18		
			2,265	2,20		
			2,198	2,135		
			2,224	2,16		
im Mittel			2,280			
Verl. Ladung von 2,463 ℔ (2 ℔ 5 Loth) mit Kugeln.	137,05	40	2,183	2,12	53,062	51,529
			2,291	2,225		
			2,235	2,17		
im Mittel			2,203			

Daraus erhält man:

Für gewöhnliche Ladungen von 2,284 ℔ (2 ℔) mit Kugeln.

$$\frac{\lambda}{\Delta} = \frac{2,152}{54,653} = 0,039476.$$

Auf ähnliche Weise entwickelt man, daß

$$\frac{w}{v'} = \frac{\lambda}{y'} \text{ ist}$$

und wenn man diesen Ausdruck in die Gleichung (18) einsetzt, so erhält man

$$y' = \lambda \frac{\beta}{B} \cdot \frac{e^2}{\varepsilon^2} \ldots (21)$$

Für verlängerte Ladungen von 2,284 ℔ (2 ℔) mit Kugeln:

$$\frac{\lambda}{\varDelta} = \frac{2,280}{53,526} = 0,042596.$$

Als Mittel aus diesen beiden Werthen:

$$\frac{\lambda}{\varDelta} = 0,040986.$$

Für verlängerte Ladungen von 2,463 ℔ (2 ℔ 5 Loth) mit Kugeln:

$$\frac{\lambda}{\varDelta} = \frac{2,203}{53,062} = 0,041518.$$

Nach der Gleichung (19) ist

$$\frac{w}{v''} = \frac{1}{\beta\left(\frac{1}{\frac{e^2}{d^2}b + \frac{c}{2}} + \frac{1}{B}\right)} \cdot \frac{\varepsilon^2}{e^2}$$

worin e das Kaliber des Preußischen 6pfders = 3,708″ (3,60″); d der Durchmesser der Kugel = 3,604″ (3,50″); b ihr Gewicht mit Spiegel = 7,098 ℔ (6,22 ℔); ε der Durchmesser des Cylinders = 0,299″ (0,290″); β sein Gewicht = 137,05 Solotnik (40 Loth) = $\frac{137,05}{96}$ ℔ ($1\frac{1}{4}$ ℔); B = 2120 ℔ (1857,12 ℔) ist.

Für eine Ladung von 2,284 ℔ (2 ℔) ist c = 2,284 (2,0) und $\frac{w}{v''} = 0,039264$.

Für eine Ladung von 2,463 ℔ (2 ℔ 5 Loth) ist c = 2,463 (2,016) und $\frac{w}{v''} = 0,039668$.

Vergleicht man diese Verhältnisse mit den durch Versuche ermittelten Werthen von $\frac{\lambda}{\varDelta}$, so sieht man, daß sie um weniger als 0,002 differiren, so daß man

$$\frac{w}{v''} = \frac{\lambda}{\varDelta}$$

annehmen kann.

als die Entfernung, die der Seelenboden vom Anfangspunkt der Coordinaten in der eben genannten Zeit durchlaufen hat.

Setzt man in der Gleichung (20) $\lambda = 4{,}425''$ $(4{,}200'')$, der Raum, den der Cylinder in der Länge des Kastens zu durchlaufen hat, und statt Δ die Länge der Seele von der Stelle, wo das Geschoß ursprünglich lag, bis zur Mündungsfläche, so findet man β, das Gewicht, welches ein Cylinder haben muß, um in demselben Moment, wo das Geschoß die Mündung verläßt, aus dem Kasten zu fliegen. Auf diese Art erhalten wir:

für die gewöhnliche Ladung von 2,284 Pfd. (2 Pfd.) mit einer Kugel,

$\Delta = 54{,}653''$ $(53{,}068'')$ und $\beta = 68{,}00$ Solotnik (19,836 Loth);

für die verlängerte Ladung von 2,284 Pfd. (2 Pfd.) mit einer Kugel,

$\Delta = 53{,}526''$ $(51{,}974'')$ und $\beta = 66{,}60$ Solotnik (19,427 Loth);

für die verlängerte Ladung von 2,463 Pfd. (2 Pfd. 5 Loth) mit einer Kugel,

$\Delta = 53{,}062$ $(51{,}523'')$ und $\beta = 66{,}70$ Solotnik (19,456 Loth);

für die gewöhnliche Ladung von 1,999 Pfd. (1¾ Pfd.) mit einer Kugel,

$\Delta = 55{,}053''$ $(53{,}456'')$ und $\beta = 67{,}38$ Solotnik (19,655 Loth).

Zur Bestimmung der auf einander folgenden Geschwindigkeiten des Geschosses in der Seele und des Drucks der Pulvergase auf dasselbe können nur Cylinder benutzt werden, deren Gewicht geringer ist, als das für einen Cylinder berechnete, der in demselben Moment, wo das Geschoß aus der Mündung fliegt, den Stollen verläßt. Schwerere Cylinder dienen nur zur Bestimmung der Geschwindigkeit des Geschützes mit der Laffete und des Drucks der Pulvergase auf den Seelenboden, nachdem die Kugel das Rohr verlassen hat, wenn also die Gase nicht mehr auf sie, aber wohl noch auf diesen wirken. Dem analog dienen beim Schießen mit blinden Ladungen die Geschwindigkeiten der Cylinder nur zur Bestimmung der Geschwindigkeit

des Geschützes mit der Laffete und des Drucks der Pulvergase auf den Seelenboden.

Nach den oben angeführten Formeln kann man alle, die Bewegung des Geschosses im Rohr beim Schießen begleitenden Umstände, entwickeln. Man braucht dazu nur die beim Schießen mit verschieden schweren Cylindern gewonnenen Data in den Gleichungen (17) und (20) zu substituiren, wodurch man die auf einander folgenden Geschwindigkeiten $v_1, v_2 \ldots v_n$ des Geschosses und die ihnen entsprechenden durchflogenen Räume von dem Punkt an gerechnet, wo das Geschoß ursprünglich in der Seele lag, erhält. Hat man diese Geschwindigkeiten und Räume gefunden, so bestimmt man mittelst der Gleichungen (14_1), (15_2) und (16_3) die Gasspannungen, unter der Voraussetzung, daß sie für alle Schichten constant sind und den Druck der unmittelbar dem Geschoß und dem Seeleuboden anliegenden Gasschichten, während das erstere die Räume $\Delta_1 - 0, \Delta_2 - \Delta_1 \ldots \Delta_n - \Delta_{n-1}$ durchfliegt; die Gleichungen (12) und (12_5) geben die Zeiten, die das Geschoß braucht, um die eben erwähnten Räume zurückzulegen. Die Data, die man beim Schießen mit blinden Ladungen oder bei scharfen mit Cylindern erhielt, die so schwer waren, daß sie aus dem Stollen erst geschleudert wurden, nachdem die Kugel schon das Rohr verlassen hatte, muß man in die Gleichungen (18) und (21) einsetzen, wodurch man dann die Geschwindigkeiten des Geschützes mit der Laffete und die ihnen entsprechenden Abscissen des Seelenbodens erhält. Danach kann man dann unter Benutzung der Gleichung (16_4) die verschiedenen Gasspannungen gegen den Seelenboden berechnen.

Um den Gang der Ausrechnung aller auf die Bewegung des Geschosses im Rohr Bezug habenden Umstände deutlich zu zeigen, wollen wir beispielsweise dieselbe für einen Kugelschuß mit einer verlängerten Ladung von 2,284 Pfd.*) durchführen.

Das Kaliber des Geschützes e ist $= 3{,}708''$; das Gewicht der Ladung $c = 2{,}284$ Pfd., ihre Länge $a = 7{,}435''$; der Durchmesser des Geschosses $d = 3{,}604''$; sein Gewicht mit Spiegel $b = 7{,}098$ Pfd. das Gewicht des Geschützes mit Laffete $B = 2120$ Pfd.

---

*) Da bei diesem Beispiel die Zahlen gleichgültig sind, so ist ihre Reducirung auf Preußisches Maaß unterblieben.

Der Durchmesser des Cylinder $\varepsilon = 0{,}299''$; der vor dem Verlassen des Stollens von ihnen zu durchlaufende Raum $\lambda = 4{,}325''$.

Die Beschleunigung der Schwere $g = 32{,}214'$.

Das Verhältniß des Umfanges zum Durchmesser $\pi = 3{,}14159$.

1) Das Gewicht des ersten Cylinders β_1 ist $= 2{,}6038$ Solotnik und seine Geschwindigkeit beim Verlassen des Kastens, $w_1 = 710{,}77'$.

a. Die Geschwindigkeit des Geschosses ist nach der Gleichung (17), wenn dieser Cylinder aus dem Kasten fliegt:

$$v_1 = 710{,}77 \cdot \frac{2{,}6038}{96} \cdot \frac{1}{\frac{(3{,}708)^2}{(3{,}604)^2} \cdot 7{,}098 + \frac{2{,}284}{2}} \cdot \frac{(3{,}708)^2}{(0{,}299)^2}$$

$$= 710{,}77 \cdot 0{,}027123 \cdot 0{,}11553 \cdot 153{,}79 = 342{,}5'.$$

b. Die Entfernung der Kugel von ihrer ursprünglichen Lage im Rohre in dem Augenblick, wo sie die Geschwindigkeit $v_1 = 342{,}5'$ erreicht, ist nach der Gleichung (20)

$$\Delta_1 = 4{,}325 \cdot \frac{2{,}6038}{96} \cdot \left(\frac{1}{\frac{(3{,}708)^2}{(3{,}604)^2} \cdot 7{,}098 + \frac{2{,}284}{2}} + \frac{1}{2120} \right) \cdot \frac{(3{,}708)^2}{(0{,}299)^2}$$

$$= 4{,}325 \cdot 0{,}027123 \cdot 0{,}11600 \cdot 153{,}79 = 2{,}092''.$$

c. Der von der Kugel im Rohr durchlaufene Raum ist

$$\Delta_1 - o = 2{,}092 - o = 2{,}092''.$$

d. Zur Berechnung der Zeit, in welcher die Kugel diesen Raum $\Delta_1 - o = 2{,}092''$ durchfliegt, dient die Formel (12). Zuvor muß man aber K und v''_1 berechnen. Nach der Gleichung (6) ist

$$K = 1 + \frac{\frac{(3{,}708)^2}{(3{,}604)^2} \cdot 7{,}098 + \frac{2{,}284}{2}}{2120} = 1{,}0041$$

und nach der Gleichung (7)

$$v''_1 = K v_1 = 1{,}0041 \cdot 342{,}5 = 343{,}90'.$$

Setzt man diesen Werth nun in die Formel (12)

$$t_1 - o = \frac{2\,(\Delta_1 - o)}{v''_1 + o}$$

ein, so erhält man:

$$t_1 - o = \frac{2 \cdot 2{,}092}{343{,}90 \cdot 12} = 0{,}001014 \text{ Secunden.}$$

e) Die Zeit, in welcher die Kugel von ihrer ursprünglichen Lage aus den Raum $\Delta_1 = 2{,}092''$ zurücklegt, wird:

$$t_1 = o + 0{,}001014 = 0{,}001014 \text{ Secunden.}$$

f) Um nach der Formel (14_1) den Gasdruck auf 1 □″ unter der Voraussetzung auszurechnen, daß er für alle Schichten constant ist, während dessen, daß das Geschoß den Raum $\Delta_1 - o$, welcher der Zeit $t_1 - o$ entspricht, durchfliegt, muß man zuerst N und M bestimmen. Nach der Gleichung (3) ist:

$$N = 1 + \frac{2{,}284}{3 \cdot 7{,}098}$$

$$+ \frac{\left(\frac{3{,}708}{3{,}604}\right)^4 \cdot 7{,}098 + \frac{2}{3}\left(\frac{3{,}708}{3{,}604}\right)^2 \cdot 2{,}284 + \frac{(2{,}284)^2}{12 \cdot 7{,}098}}{2120} = 1{,}1118$$

und nach der Gleichung (13)

$$M = \frac{1{,}1118 \cdot 1{,}0041}{1 + 0{,}0041 \frac{(3{,}708)^2}{(3{,}604)^2}} = 1{,}116.$$

Setzt man diesen Werth in die Formel (14) ein, so erhält man:

$$p_1 = \frac{2 \cdot 1{,}1116 \cdot 7{,}098 \cdot 12 \left[(342{,}5)^2 - o\right]}{3{,}1459 \cdot 32{,}214 \cdot 40 \cdot (3{,}604)^2 \, (2{,}092 - o)}$$

$$= 0{,}0036020 \cdot \frac{(342{,}5)^2 - o}{2{,}092 - o} = 202 \text{ Pud*)}.$$

g) Der Gasdruck auf 1 □″ des Geschosses, während es den der Zeit $t_1 - o$ entsprechenden Raum $\Delta_1 - o$ zurücklegt, wird nach der Gleichung (15_2) berechnet. Es ist danach:

$$p'_1 = \frac{1{,}0041}{1{,}1116} \cdot 202$$

$$= 182 \text{ Pud.}$$

h) Der Gasdruck auf 1 □″ des Seelenbodens ist in der gedachten Zeit nach der Gleichung (16)

*) 1 Pud ist = 40 ℔ Russisch = 35,04 ℔ Preußisch.

$$p''_1 = \frac{1 + \frac{2,284}{2 \,.\, 7,098} \,.\, \left(\frac{3,604}{3,708}\right)^2 \,.\, 1,0041}{1,1116} \,.\, 202 = 1,0404 \,.\, 202$$

$= 210$ Pud.

2) Das Gewicht des zweiten Cylinders β^2 ist $= 3,7264$ Solotnik und seine Geschwindigkeit beim Verlassen des Kastens $w_2 = 645,31'$.

a) Die Geschwindigkeit der Kugel in diesem Moment, wenn der Cylinder den Kasten verläßt nach (17):

$$v_2 = 645,31 \,.\, 0,038817 \,.\, 0,11553 \,.\, 153,79$$
$$= 445,1'.$$

b) Die Entfernung der Kugel von ihrer ersten Lage im Rohr bis zu dem Augenblick, wo sie die Geschwindigkeit $v_2 = 445,1'$ erlangt hat, ist nach (20)

$$\varDelta_2 = 4,325 \,.\, 0,038817 \,.\, 0,11600 \,.\, 153,79$$
$$= 2,995''.$$

c. Der von der Kugel in der Seele durchlaufene Raum

$$\varDelta_2 - \varDelta_1 \text{ ist } 0,903''$$

d. Die diesem Raum entsprechende Zeit ist nach der Gleichung (12)

$$t_2 - t_1 = \frac{2 \,.\, 0,903}{12\,(443,90 + 446,92)} = 0,000190 \text{ Secunden.}$$

e) Die Zeit, in welcher die Kugel von ihrer alten Stelle aus den Raum $\varDelta_2 = 2,995''$ durchfliegt, ist

$$t_2 = 0,001014 + 0,000190 = 0,001204 \text{ Secunden.}$$

f) Der Druck der Pulvergase auf □1 '' ist unter der Voraussetzung, daß er für alle Schichten constant ist, wenn das Geschoß den der Zeit $t_2 - t_1$ entsprechenden Raum zurücklegt nach der Gleichung (14)

$$= 0,0036020 \, \frac{(445,1)^2 - (342,5)^2}{0,903}$$
$$= 322 \text{ Pud.}$$

g) Der Druck der Pulvergase auf 1 □'' des Geschosses ist nach der Gleichung (15_2) in derselben Zeit

$$p'_2 = \frac{1,0041}{1,1116} \,.\, 322$$
$$= 291 \text{ Pud.}$$



h) Der Druck der Pulvergase auf 1 □″ des Seelenbodens endlich ist nach der Formel (163) in derselben Zeit

$$p''_2 = 1{,}0404 \cdot 322$$
$$= 335 \text{ Pud}.$$

Und so weiter.

Auf diese Art sind die nachstehenden Tabellen aus den Daten zusammengestellt, die man beim Schießen aus dem Preußischen 6pfder mit verschiedenen Ladungen und verschieden schweren Cylindern erhielt.

(Diese Tabellen werden im nächsten Hefte abgedruckt werden.)

Bücher-Nachricht.

Im Dezember 1856 ist bei Wwe. Berger-Levrault u. Sohn in Straßburg die dritte Auflage des

Aide-Mémoire à l'usage des officiers d'Artillerie

in einem großen Oktav-Bande von 1080 Seiten mit 109 Figuren-Tafeln, mit dem Preise von 3 Thlr. 16 Sgr. oder 6 Fl. Rh. erschienen.

Dieses in seiner Art noch unerreichte Werk wird vom Kaiserlich Französischen Artillerie-Comité mit Genehmigung des ihm vorgesetzten Kriegs-Ministers veröffentlicht, und verbreitet sich über alle Zweige des Artillerie-Wesens, indem es davon möglichst vollständig und in möglichster Kürze, insbesondere mit Vermeidung weitläuftiger wissenschaftlicher Entwickelungen, das thatsächlich Bestehende angiebt, jedoch ohne daß es hierfür als eine amtlich ertheilte Vorschrift anzusehen ist.

Nachdem seit der zweiten Auflage desselben volle zwölf Jahre verflossen sind und deren im Jahre 1851 erfolgter zweiter Abdruck vollständig vergriffen ist, war es nothwendig geworden, den seit jener Zeit gemachten artilleristischen Fortschritten und Veränderungen Rechnung zu tragen. Dies ist in der vorstehend genannten dritten Auflage unter der Leitung des gedachten Comité's mit derjenigen Sorgfalt und Umsicht geschehen, wie man die eine und die andere von demselben zu erwarten gewohnt ist, und dürfte die einfache Anzeige hiervon genügen, um bei den Lesern vom Fach, wie es die der vorliegenden Zeitschrift sind, ein lebhaftes Interesse für die hier in Rede gestellte neue Erscheinung hervorzurufen.

D. R.

Inhalt.

Seite

IV.

Hilfsmittel für ballistische Rechnungen.

Dritte Lieferung.

(Die zweite Lieferung ist nicht im Archiv, jedoch in demselben Verlage erschienen.)

---

117. In diesem dritten Abschnitte der vorliegenden Abhandlung beabsichtige ich, Folgendes zu geben:

a. Die bezüglichen Formeln für die unter Einwirkung der Umdrehung entstehenden Geschoßbahnen und zwar für den Fall, wenn die Elevation nicht mehr ganz flach ist, sondern etwa bis zu 20 Grad beträgt.

b. Einige Fingerzeige für die Herleitung dieser Formeln aus den Haupt-Ansatzgleichungen und für den Zusammenhang zwischen diesen Formeln und der in der ersten Lieferung erörterten Art, das Gesetz für den Einfluß der Umdrehung in jedem besonderen Falle zu ermitteln.

c. Erörterung einiger möglicher Mißgriffe, vor denen man sich zu wahren hat.

d. Erörterungen über die allgemeine Auffassung des vorliegenden Problems mit Rücksicht auf die fernere Fortführung seiner Lösung.

e. Schluß.

---

a. Formeln für halbhohe Elevationen.

118. Diese Formeln werden hier vorläufig nur für ein Luftwiderstandgesetz von der Form

$$W = A \cdot v^2,$$

und für ein Gesetz der ablenkenden Kraft

$$F = D + E \cdot \frac{1}{v^2} \dots\dots\dots\dots (60)$$

gegeben, wo folgende Bezeichnungen gelten:

v die fortschreitende Geschwindigkeit des Geschosses nach der Richtung der Bahntangente,

W der Luftwiderstand in der dieser entgegengesetzten Richtung,

F die aus der ablenkenden Kraft der Umdrehung entspringende Beschleunigung in der verticalen Richtungsebene und zwar in der Richtung normal gegen die Bahntangente, also nicht senkrecht gegen den Horizont, positiv für das Heben, negativ für das Herabdrücken des Geschosses.

A, D, E constante Faktoren, je nach besonderer Beschaffenheit des vorliegenden Falles.

119. Ferner bezeichne:

g die Beschleunigung der Schwere,

M das Gewicht des Geschosses,

k die Zahl $\frac{M}{2gA}$,

w den Elevationswinkel der Seelenaxe,

c die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses nach der Richtung der Seelenaxe.

Im 33sten Bande des Archivs von Seite 75 an und im 38sten Bande des Archivs Ende der ersten Lieferung dieser Abhandlung sind die Mittel angegeben, wie man

entweder beide Zahlenwerthe: den der Anfangsgeschwindigkeit c (im 33. Bande V genannt) und den des Widerstandscoefficienten k (ebendaselbst c genannt) aus sehr guten Flugzeitbeobachtungen entwickeln,

oder, wie man für weniger gute Flugzeitbeobachtungen, und wenn man den Ziffernwerth der Anfangsgeschwindigkeit anderweit, etwa

am ballistischen Pendel ermittelt hat, wenigstens für den Widerstands-coefficienten k einen für die Praxis hinreichend genauen Werth finden kann.

Ferner bezeichne:

w den Elevationswinkel der Seelenaxe,

$\varrho = \frac{gk}{c^2}$, eine Abkürzung,

x die horizontale Abscisse eines beliebigen Punktes der Bahn,

y die verticale Ordinate desselben Punktes,

$z = \frac{x}{k \cdot \cos w}$, eine Abkürzung,

$\zeta = \frac{y}{k}$, desgleichen.

Hiebei ist zu beachten, daß in dem Ausdruck für z der Divisor cos w im Nenner in den beiden vorangegangenen Lieferungen vernachlässigt worden ist und werden konnte, weil der Elevationswinkel w sehr klein gedacht wurde. Da dies letztere hier nicht mehr der Fall ist, so muß der Divisor cos w in

$$z = \frac{x}{k \cdot \cos w}$$

sorgfältigst berücksichtigt werden.

e bezeichnet, wie immer, die Grundzahl der natürlichen Logarithmen.

120. Ferner seien F, G, und F_1 diejenigen auf den Einfluß der Umdrehung bezüglichen Ziffernwerthe, welche man für den Fall flacher Elevationen nach Anleitung der Ersten Lieferung aus gegebenen Versuchsresultaten finden kann. Man hat sodann, wie in Nr. 40. unter (35) und (37), da m hier $= -2$ ist,

$$F_1 = F + \frac{gk^2}{c^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 61)$$

$$f = F_1 \cdot \frac{c^2}{k^2} + 4G \cdot \frac{c^2}{k^2} \cdot e^z \quad \ldots\ldots \quad (62)$$

für flache Elevationen

$$\text{und } f = F_1 \cdot \frac{c^2}{k^2} + 4G \cdot \frac{c^4}{k^2} \cdot \frac{1}{v^2}$$

für höhere Elevationen (62. b)

und endlich sei

$$\frac{F_1}{k \, . \cos w} = P, \text{ so wie } \frac{G}{k \, . \cos w} = Q, \quad . \quad . \quad (63)$$

alsdann werden in den meisten Fällen der Anwendung die Ziffernwerthe von P und Q sehr kleine Brüche, mithin diese so eben genannten Symbole ungemein geschickt sein, die aufzustellenden Formeln so einzurichten, daß sie nach steigenden Potenzen und Producten, also, wie man gewöhnlich sagt, nach steigenden Dimensionen der Symbole P und Q geordnet sind.

121. Endlich mag, wie bisher

t die Flugzeit des Geschosses bis zu dem Punkte der Bahn, welcher den Coordinaten x und y entspricht und

φ den Winkel bezeichnen, welchen die Bahntangente desselben Punktes mit dem Horizonte einschließt.

Dann bezeichnet der Differenzialquotient

$$\frac{d\left(\frac{x}{k \, . \cos w}\right)}{dt} = \frac{dz}{dt}$$

die Geschwindigkeit des Geschosses nach einer der Seelenaxe parallelen Richtung in dem durch die Coordinaten x und y gegebenen Punkte der Bahn und insofern man den Ziffernwerth von k als Einheit der Längenmaaße annimmt. Da bekanntlich

$$\frac{dx}{dt} = v \cos \varphi,$$

so ist, sobald man den Werth von φ für einen beliebigen Punkt der Bahn und zugleich den von

$$\frac{dx}{dt} = k \cos w \, . \frac{dz}{dt}$$

für denselben Punkt der Bahn kennt, v sehr leicht gefunden. Man hat nämlich

$$v = \frac{k \, . \cos w}{\cos \varphi} \, . \, \frac{dz}{dt} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (64)$$

Für die ferneren Rechnungen und Formeln setzen wir

$$\frac{1}{\left(\frac{dz}{dt}\right)^2} = \theta \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (65)$$

122. Unter Zugrundelegung aller dieser Bezeichnungen hat man nun zunächst als Gleichung für die Bahn:

$$\zeta = \overset{0}{Y} + \varrho \cdot \overset{1}{Y} + \varrho^{2} \cdot \overset{11}{Y} + \varrho^{3} \cdot \overset{111}{Y} + \ldots \quad (66)$$

eine Reihe, welche nach Potenzen von ϱ geordnet ist, was in den meisten hier einschlägigen Fällen eine convergente Reihe giebt. Werden nun die Werthe von $\overset{0}{Y}, \overset{1}{Y}, \overset{11}{Y}, \overset{111}{Y}$ u. s. w. aus den Ansatzgleichungen (die später angegeben werden sollen), so entwickelt, daß ihre Ausdrücke nach steigenden Potenzen von sin w und nach steigenden Dimensionen von P und Q geordnet sind, und führt man folgende Bezeichnungen ein:

$$\begin{aligned}
\overset{0}{Y} &= \overset{0}{Y}_{0} + \overset{0}{Y}_{1} + \overset{0}{Y}_{11} + \overset{0}{Y}_{111} + \ldots \\
\overset{1}{Y} &= \overset{1}{Y}_{0} + \overset{1}{Y}_{1} + \overset{1}{Y}_{11} + \overset{1}{Y}_{111} + \ldots \quad (67) \\
\overset{11}{Y} &= \overset{11}{Y}_{0} + \overset{11}{Y}_{1} + \overset{11}{Y}_{11} + \overset{11}{Y}_{111} + \ldots \\
\overset{111}{Y} &= \overset{111}{Y}_{0} + \overset{111}{Y}_{1} + \overset{111}{Y}_{11} + \overset{111}{Y}_{111} + \ldots
\end{aligned}$$

wo die oberen Marken den Potenzexponenten von ϱ, die unteren Marken dagegen den Dimensionsexponenten von P und Q entsprechen, so ergiebt sich:

Für das Glied $\overset{0}{Y}$ ohne ϱ:

$$\overset{0}{Y}_{0} = z \cdot \sin w.$$

$$\overset{0}{Y}_{1} = P \cdot \left(e^{z} - 1 - z\right) + Q \cdot \left(e^{2z} - 1 - 2z\right)$$

$$\overset{0}{Y}_{11} = \sin w. \left\{ \begin{aligned} & P^{2} \cdot \left(e^{2z} - 2e^{z} - ze^{z} + z + 1\right) \\ & + PQ \cdot \left(3e^{3z} - 3e^{2z} - 2ze^{2z} - 3e^{z} - 2ze^{z} + 4z + 3\right) \\ & + Q^{2} \cdot \left(2e^{4z} - 4e^{2z} - 4ze^{2z} + 4z + 2\right) \end{aligned} \right\}$$

$$Y^{0}_{111} =$$

$$P^3 . \left(\frac{7}{36} e^{3z} - e^{2z} + \frac{1}{2} z e^{z} + \frac{3}{4} e^{z} - \frac{1}{3} z - \frac{4}{9}\right)$$

$$+ P^2 Q . \left(\frac{11}{12} e^{4z} - 3e^{3z} + e^{2z} + z e^{z} + \frac{16}{3} e^{z} + z e^{2z} - \frac{1}{2} e^{2z} - 3z - \frac{15}{4}\right)$$

$$+ P Q^2 . \left(\frac{43}{30} e^{5z} - 2e^{4z} - 6e^{3z} + \frac{20}{3} e^{2z} + 4z e^{2z} + 2z e^{z} + \frac{7}{2} e^{z} - 4z - \frac{18}{5}\right)$$

$$+ Q^3 . \left(\frac{7}{9} e^{6z} - 4e^{4z} + 4z e^{2z} + 5e^{2z} - \frac{8}{3} z - \frac{16}{9}\right)$$

$$+ \sin w^2 . \left\{ \begin{array}{l} P^3 . \left(\frac{47}{36} e^{3z} - 3e^{2z} - 2z e^{2z} + \frac{1}{2} z^2 e^{z} + \frac{5}{2} z e^{z} + \frac{9}{4} e^{z} - 2z - \frac{5}{9}\right) \\ + P^2 Q . \left(\frac{85}{12} e^{4z} - 12e^{3z} + e^{2z} - 9z e^{3z} + 3z e^{2z} + 2z^2 . e^{2z} + \frac{20}{3} e^{z} + 9z e^{z} + 2z^2 . e^{z} - 4z - \frac{11}{4}\right) \\ + P Q^2 . \left(\frac{166}{15} e^{5z} - 10e^{4z} - 8z e^{4z} - 21e^{3z} + \frac{40}{3} e^{2z} + 24 z e^{2z} + 8z^2 e^{2z} + 59e^{z} - 46z e^{z} + 2z^2 e^{z} - 8z - \frac{262}{5}\right) \\ + Q^3 . \left(\frac{47}{9} e^{6z} - 12e^{4z} - 16z e^{4z} + 9e^{2z} + 20z e^{2z} + 8z^2 . e^{2z} - \frac{16}{3} z - \frac{20}{9}\right) \end{array} \right\}$$

Ferner für den Coefficienten Y^1 bei ϱ:

$$Y^1_0 = -\left(e^z - 1 - z\right)$$

$$Y^1_1 = \sin w \,.\left[\begin{aligned} &.\,P\left(-\frac{5}{4}e^{2z} + e^z + 2ze^z - \frac{1}{2}z + \frac{1}{4}\right) \\ &+ Q\,.\left(-e^{3z} + 2ze^{2z} - e^{2z} + e^z + 2ze^z + 1\right) \end{aligned}\right],$$

$$\begin{aligned} Y^1_{11} = \; & P^2\,.\left(-\frac{5}{12}e^{3z} + \frac{9}{4}e^{2z} - \frac{3}{2}ze^z - \frac{9}{4}e^z + \frac{1}{2}z + \frac{5}{12}\right) \\ & + PQ\,.\left(-\frac{8}{9}e^{4z} + 4e^{3z} + \frac{1}{2}e^{2z} - 2ze^{2z} - 4e^z - 4ze^z + \frac{3}{2}z + \frac{5}{8}\right) \\ & + Q^2\,.\left(-\frac{139}{150}e^{5z} + 2e^{4z} + 2e^{3z} - \frac{4}{3}e^{2z} - 4ze^{2z} - 2ze^z - \frac{3}{2}e^z + \frac{4}{5}z - \frac{6}{25}\right) \\ & + \sin w^2\,.\left[\begin{aligned} & P^2\,.\left(-\frac{11}{6}e^{3z} + \frac{3}{2}e^{2z} + \frac{9}{2}ze^{2z} + \frac{3}{2}e^z - 3ze^z - \frac{3}{2}z^2.e^z - \frac{1}{2}z - \frac{7}{6}\right) \\ & + PQ\,.\left(-\frac{31}{8}e^{4z} - 3e^{3z} + 12ze^{3z} + \frac{17}{2}e^{2z} + 2ze^{2z} - 4z^2e^{2z} + 3e^z - 6ze^z - 4z^2e^z - \frac{7}{2}z - \frac{21}{8}\right) \\ & + Q^2\,.\left(-\frac{118}{75}e^{5z} - 6e^{4z} + 8ze^{4z} + 3e^{3z} + 6ze^{3z} + \frac{28}{3}e^{2z} - 8z^2e^{2z} - 2z^2e^z - 4ze^z - e^z - \frac{24}{5}z - \frac{94}{25}\right) \end{aligned}\right], \end{aligned}$$

Sodann für den Coefficienten Y^{II} bei ϱ^2:

$$Y^{II}_0 = \sin w \,.\, \left(\frac{1}{4}e^{2z} + e^{z} - ze^{z} - \frac{1}{2}z - \frac{5}{4}\right)$$

$$Y^{II}_1 = P \,.\, \left(\frac{1}{4}e^{3z} - \frac{3}{2}e^{2z} + \frac{3}{2}ze^{z} - \frac{15}{4}e^{z} + 5\right)$$

$$+ Q\left(\frac{5}{24}e^{4z} - e^{4z} - e^{3z} + 2ze^{z} - \frac{1}{3}e^{z} + ze^{2z} - \frac{1}{2}e^{2z} + \frac{1}{2}z + \frac{13}{8}\right)$$

$$Y^{II}_2 = \sin w^2 \left[\begin{array}{l} P\left(\frac{7}{12}e^{3z} + \frac{9}{4}e^{2z} - 3ze^{2z} + \frac{3}{2}z^2e^{z} - \frac{3}{2}ze^{z} - \frac{9}{4}e^{z} + \frac{1}{2}z - \frac{7}{12}\right) \\ + Q\left(\frac{5}{12}e^{4z} + 3e^{3z} - 3ze^{3z} + e^{2z} - 5ze^{2z} + 2z^2e^{z} + 3ze^{z} - \frac{5}{3}e^{z} + 2z^2e^{2z} - \frac{11}{4}\right) \end{array}\right]$$

Endlich für den Coefficienten Y^{III} bei ϱ^3:

$$Y^{III} = \left[-\left(\frac{1}{[illegible]}e^{[illegible]} - \frac{1}{4}e^{[illegible]} + \frac{1}{2}ze^{z} - \frac{1}{4}e^{z} + \frac{1}{6}z + \frac{17}{36}\right)\right]$$

$$- \sin w^2 \left(-\frac{1}{[illegible]}e^{[illegible]} + \frac{1}{2}e^{[illegible]} - \frac{3}{4}e^{2z} - \frac{1}{2}z^2e^{z} + 2ze^{z} - \frac{3}{2}e^{z} + \frac{2}{3}z + \frac{83}{36}\right)$$

Hier brechen wir ab. Es ist einleuchtend, daß, die drei Symbole ϱ, P und Q zusammengefaßt, der Ausdruck für ζ, d. h. für die Ordinate der Bahn, wenn man die Widerstandsconstante k als Einheit für die Längenmaaße ansieht, bis zu den dritten Dimensionen der genannten drei Größen entwickelt ist.

123. Ganz eben so hat man

$$\frac{d\zeta}{dz} = \tan\varphi \,.\, \cos w = Z^{0} + \varrho \,.\, Z^{I} + \varrho^2 \,.\, Z^{II} + \varrho^3 \,.\, Z^{III} + \quad (68)$$

Führt man nun folgende Bezeichnnngen ein, wo wiederum die die oberen Marken sich auf die Potenzexponenten von ϱ, die uteren dagegen auf die Dimensionsexponenten von P und Q beziehen, nämlich:

$$
\begin{aligned}
Z^{0} &= Z^{0}_{0} + Z^{0}_{I} + Z^{0}_{II} + Z^{0}_{III} + \dots \\
Z^{I} &= Z^{I}_{0} + Z^{I}_{I} + Z^{I}_{II} + Z^{I}_{III} + \dots \qquad (69) \\
Z^{II} &= Z^{II}_{0} + Z^{II}_{I} + Z^{II}_{II} + Z^{II}_{III} + \dots \\
Z^{III} &= Z^{III}_{0} + Z^{III}_{I} + Z^{III}_{II} + Z^{III}_{III} + \dots
\end{aligned}
$$

so ergiebt die Rechnung folgende Werthe:

Für das Glied Z^{0} ohne ϱ

$$Z^{0}_{0} = \sin w$$

$$Z^{0}_{I} = P\,(e^{z} - 1) + 2Q\,(e^{2z} - 1)$$

$$
Z^{0}_{II} = \sin w \,.\left\{
\begin{aligned}
& P^{2} \,.\left(2e^{2z} - 3e^{z} - ze^{z} + 1\right) \\
& + PQ \,.\left(9e^{3z} - 8e^{2z} - 4ze^{2z} - 5e^{z} - 2ze^{z} + 4\right) \\
& + Q^{2} \,.\left(8e^{4z} - 12e^{2z} - 8ze^{2z} + 4\right)
\end{aligned}
\right\}
$$

$$
\begin{aligned}
Z^{0}_{III} = {} & P^{3} \,.\left(\frac{7}{12} e^{3z} - 2e^{2z} + \frac{1}{2} ze^{z} + \frac{7}{4} e^{z} - \frac{1}{3}\right) \\
& + P^{2}Q \,.\left(\frac{11}{3} e^{4z} - 9e^{3z} + 2e^{2z} + ze^{z} + \frac{19}{3} e^{z} + 2ze^{2z} - 3\right) \\
& + P^{2}Q \,.\left(\frac{43}{6} e^{5z} - 8e^{4z} - 18e^{3z} + \frac{52}{3} e^{2z} + 8ze^{2z} + 2ze^{z} \right. \\
& \qquad \left. + \frac{11}{2} e^{z} - 4\right) \\
& + Q^{3} \,.\left(\frac{10}{3} e^{6z} - 16e^{4z} + 8ze^{2z} + 14e^{2z} - \frac{8}{3}\right)
\end{aligned}
$$

$$[\text{illegible}]\left(\frac{[\text{illegible}]}{12}e^{3z} - [\text{illegible}]e^{2z} - 4ze^{2z} + \frac{1}{2}z^2e^z + \frac{7}{2}ze^z + \frac{19}{4}e^z - 2\right)$$

$$[\text{illegible}]\left(\frac{85}{3}e^{4z} - 45e^{3z} + 5e^{2z} - 27ze^{3z} + 10ze^{2z} - 4z^2e^{2z} + \frac{47}{3}e^z + 13ze^z + 2z^2e^z - 4\right)$$

$$[\text{illegible}]\left(\frac{[\text{illegible}]}{[\text{illegible}]}e^{5z} - 48e^{4z} - 32ze^{4z} - 63e^{3z} - [\text{illegible}] - 64ze^{2z} + 16z^2e^{3z} + 13e^z - 42ze^z + 2z^2e^z - 8\right)$$

$$[\text{illegible}] - 64ze^{4z} + 38e^{2z} - [\text{illegible}] + 16z^2e^{2z} - \frac{16}{3}\Big)$$

[illegible]

$$[\text{illegible}] - 2ze^z - \tfrac{1}{2}\Big)$$

$$[\text{illegible}] - 2ze^z\Big)$$

$$[\text{illegible}] - \frac{1}{2}\Big)$$

$$[\text{illegible}] - [\text{illegible}]e^z + \frac{3}{2}\Big)$$

$$[\text{illegible}] - 2ze^z$$

$$[\text{illegible}] + \frac{4}{5}\Big)$$

$$+ \sin w^2 . \left\{ \begin{aligned} & P^2 . \left(-\frac{11}{2} e^{3z} + \frac{15}{2} e^{2z} + 9ze^{2z} + \frac{3}{2} e^{z} - 6ze^{z} - \frac{3}{2} z^2 . e^{z} - \frac{1}{2} \right) \\ & + PQ . \left(-\frac{31}{2} e^{4z} + 3e^{3z} + 36ze^{3z} + 19e^{2z} - 4ze^{2z} - 8z^2 e^{2z} - 3e^{z} - 14ze^{z} - 4z^2 e^{z} - \frac{7}{2} \right) \\ & + Q^2 \left(-\frac{118}{15} e^{5z} - 16e^{4z} + 32ze^{4z} + 15e^{3z} + 18ze^{3z} + \frac{56}{3} e^{2z} - 16ze^{2z} - 16z^2 e^{2z} - 2z^2 e^{z} - 8ze^{z} - 5e^{z} - \frac{24}{5} \right) \end{aligned} \right\}$$

Sodann für den Coefficienten Z^{II} bei ϱ^2:

$$Z_0^{II} = \sin w \left(\frac{1}{2} e^{2z} - ze^{z} - \frac{1}{2} \right)$$

$$\begin{aligned} Z_1^{II} = {} & P . \left(\frac{3}{4} e^{3z} - 3e^{2z} + \frac{3}{2} ze^{z} + \frac{9}{4} e^{z} \right) \\ & + Q . \left(\frac{5}{6} e^{4z} - 3e^{3z} + 2ze^{z} + \frac{5}{3} e^{z} + 2ze^{2z} + \frac{1}{2} \right) \end{aligned}$$

$$+ \sin w^2 . \left\{ \begin{aligned} & P . \left(\frac{7}{4} e^{3z} + \frac{3}{2} e^{2z} - 6ze^{2z} + \frac{3}{2} z^2 e^{z} + \frac{3}{2} ze^{z} - \frac{15}{4} e^{z} + \frac{1}{2} \right) \\ & + Q . \left(\frac{5}{3} e^{4z} + 6e^{3z} - 9ze^{3z} - 3e^{2z} - 6ze^{2z} + 2z^2 e^{z} + ze^{z} - \frac{14}{3} e^{z} + 4z^2 . e^{2z} \right) \end{aligned} \right\}$$

Endlich für den Coefficienten Z^{III} bei ϱ^3:

$$\begin{aligned} Z_0^{III} = {} & -\left(\frac{1}{12} e^{3z} - \frac{1}{2} e^{2z} + \frac{1}{2} ze^{z} + \frac{1}{4} e^{z} + \frac{1}{6} \right) \\ & - \sin w^2 . \left(\frac{1}{6} e^{3z} - ze^{2z} + e^{2z} + \frac{1}{2} z^2 . e^{z} - ze^{z} - \frac{1}{2} e^{z} - \frac{2}{3} \right) \end{aligned}$$

Auch der Ausdruck für tang φ . cos w ist, wie vorstehend ersichtlich, bis zu den Combinationen der drei Elemente ϱ, P und Q von der zweiten Dimension entwickelt.

121. Endlich ist $\frac{1}{\left(\frac{dz}{dt}\right)^2} = \zeta$, nämlich

$$\zeta = T^{0} + \varrho . T^{I} + \varrho^{2} . T^{II} + \ldots \quad (70)$$

und, wenn in dem Nachfolgenden wiederum die oberen Marken sich auf die Potenzexponenten von ϱ, die unteren dagegen auf die Dimensionsexponenten von P und Q zu beziehen.

$$T^{0} = T^{0}_{0} + T^{0}_{I} + T^{0}_{II} + \ldots$$

$$T^{I} = T^{I}_{0} + T^{I}_{I} + T^{I}_{II} + \ldots \quad (71)$$

$$T^{II} = T^{II}_{0} + T^{II}_{I} + T^{II}_{II} + \ldots$$

Sodann ist für das Glied T^{0} ohne ϱ:

$$T^{0}_{0} = \frac{1}{y^2} e^{z}$$

$$T^{0}_{I} = \frac{\sin w}{y^2} \left\{ \begin{array}{l} P . \left(3e^{2z} - 3e^{z} - ze^{z}\right) \\ + Q . \left(5e^{3z} - 5e^{z} - 2ze^{z}\right) \end{array} \right\}$$

$$T^{0}_{II} =$$

$$\frac{1}{y^2} \left\{ \begin{array}{l} P^2 . \left(\frac{5}{4} e^{3z} - 3e^{2z} + \frac{1}{2} ze^{z} + \frac{7}{4} e^{z}\right) \\ + PQ . \left(\frac{14}{3} e^{4z} - 5e^{3z} - 6e^{2z} + 2ze^{z} + \frac{19}{3} e^{z}\right) \\ + Q^2 . \left(\frac{9}{2} e^{5z} - 10e^{3z} + 2ze^{z} + \frac{11}{2} e^{z}\right) \end{array} \right\}$$

$$+\frac{\sin w^2}{\gamma^2}\cdot\left\{\begin{aligned} & P^2\cdot\left(\frac{29}{4}e^{3z}-12e^{2z}-6ze^{2z}+\frac{1}{2}z^2e^z+\frac{7}{2}ze^z+\frac{19}{4}e^z\right)\\ & +PQ\cdot\left(\frac{82}{3}e^{4z}-25e^{3z}-15ze^{3e}-18e^{2z}-12ze^{2z}+2z^2e^z+13ze^z+\frac{47}{3}e^z\right)\\ & +Q^2\cdot\left(22e^{5z}-35e^{3z}-30ze^{3z}+2z^2e^z+12ze^z+13e^z\right)\end{aligned}\right\}$$

Ferner für das Glied T^1 bei ϱ:

$$T^0_1=\sin w\cdot\left(-e^{2z}+e^z+ze^z\right)$$

$$T^1_1=P\cdot\left(-\frac{3}{2}e^{3z}+4e^{2z}-ze^z-\frac{5}{2}e^z\right)$$

$$+Q\cdot\left(-\frac{10}{3}e^{4z}-5e^{3z}+2e^{2z}-2ze^z-\frac{11}{3}e^z\right)$$

$$+\sin w^2\cdot\left\{\begin{aligned} & P\cdot\left(-\frac{15}{4}e^{3z}+3e^{2z}+8ze^{2z}-z^2e^z-\frac{7}{2}ze^z+\frac{3}{4}e^z\right)\\ & +Q\cdot\left(-\frac{8}{3}e^{4z}-5e^{3z}+15ze^{3z}+4e^{2z}+4ze^{2z}-2z^2e^z-5ze^z+\frac{11}{3}e^z\right)\end{aligned}\right\}$$

Endlich für das Glied T^{11} bei ϱ^2:

$$T^{11}_0=\frac{1}{4}e^{3z}-e^{2z}+\frac{1}{2}ze^z+\frac{3}{4}e^z$$

$$+\sin w^2\cdot\left[\frac{1}{2}e^{3z}+e^{2z}-2ze^{2z}+\frac{1}{2}z^2\cdot e^z-\frac{3}{2}e^z\right]$$

Die Rechnung ist hier nur bis zu den zweiten Dimensionen von ϱ, F und Q fortgeführt

125. Wenn die Ziffernwerthe von P und Q, welche der jedesmal vorliegenden Combination von Feuerwaffe, Geschoß und Ladung entsprechen, ermittelt sind, so ist man also nunmehr im Stande, für jede gegebene horizontale Entfernung des Geschosses vom Geschütz

den verticalen Ort ζ desselben über dem Horizont der Geschützmündung mittelst der Formel (66),

den Richtungswinkel φ des Geschosses an dieser Stelle mittelst der Formel (68),

und die Geschwindigkeit $\frac{dz}{dt}$ des Geschosses nach der Richtung der z an dieser Stelle mittelst der Formel (70) zu finden.

Aus den auf diese Weise bekannt gewordenen Werthen von φ und $\frac{dz}{dt}$ läßt sich dann auch der Ziffernwerth v für die Geschwindigkeit des Geschosses nach der Richtung der Bahntangente finden. Sie ist

$$v = \frac{\frac{dz}{dt}}{\cos w} \cdot k \cdot \cos w$$

und hiemit ist nun alles bekannt, was für die Praxis gebraucht wird.

---

b. Andeutungen über die Herleitung dieser Formeln.

130. Diese Herleitung bildet einen sehr voluminösen Calcül, dessen ausführliche Darlegung hier nicht an ihrer Stelle sein würde. Da viele Leser aber wenigstens einige Andeutungen hierüber wünschen werden, so mögen dieselben hier folgen.

Legt man die Bezeichnungen der Nr. 118 und 119 zum Grunde, so sind die Ansatzgleichungen des vorliegenden Problems diese:

$$\left.\begin{aligned} \frac{d^2x}{dt^2} &= -\frac{v^2}{2k} \cdot \cos\varphi - f \cdot \sin\varphi \\ \frac{d^2y}{dt^2} &= -\frac{v^2}{2k} \cdot \sin\varphi + f \cdot \cos\varphi - g \end{aligned}\right\} \quad (72)$$

Nun beachte man, daß

$$v^2 = \frac{dx^2}{dt^2} + \frac{dy^2}{dt^2} = \frac{dx^2}{dt^2}\left(1 + \frac{dy^2}{dx^2}\right)$$

$$\sin\varphi = \frac{\frac{dy}{dx}}{\sqrt{1+\frac{dy^2}{dx^2}}},\quad \cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1+\frac{dy^2}{dx^2}}}$$

und führe durch die erforderlichen Substitutionen die Werthe

$$\frac{y}{k} = \zeta,\qquad \frac{x}{k\,.\cos w} = z,$$

ein, womit es auf möglichste Vereinfachung der Formeln abgesehen ist. Dann verwandeln sich die Ansatzgleichungen (72) in die nachfolgenden:

$$\frac{d^2z}{dt^2} = -\tfrac{1}{2}\,.\,\frac{dz^2}{dt^2}\,.\left(\cos w^2 + \frac{d\zeta^2}{dz^2}\right)^{\frac{1}{2}} - \frac{f}{k\,.\cos w}\,.\,\frac{\frac{d\zeta}{dz}}{\left(\cos w^2 + \frac{d\zeta^2}{dz^2}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

$$\frac{d^2\zeta}{dt^2} = -\tfrac{1}{2}\,.\,\frac{dz^2}{dt^2}\,.\left(\cos w^2 + \frac{d\zeta^2}{dz^2}\right)^{\frac{1}{2}}.\,\frac{d\zeta}{dz} + \frac{f\,.\cos w}{k}\,\frac{1}{\left(\cos w^2 + \frac{d\zeta^2}{dz^2}\right)^{\frac{1}{2}}} - \frac{g}{k}$$

oder, wenn man $\left(\cos w^2 + \frac{d\zeta^2}{dz^2}\right)^{\frac{1}{2}}$ mit R bezeichnet,

$$\left.\begin{aligned}\frac{d^2z}{dt^2} &= -\tfrac{1}{2}\,.\,\frac{dz^2}{dt^2}\,.\,R - \frac{f}{k\,.\cos w}\,.\,\frac{d\zeta}{dz}\,.\,\frac{1}{R}\\ \frac{d^2\zeta}{dt^2} &= -\tfrac{1}{2}\,.\,\frac{dz^2}{dt^2}\,.\,R\,.\,\frac{d\zeta}{dz} + \frac{f\,.\cos w}{k}\,.\,\frac{1}{R} - \frac{g}{k}\end{aligned}\right\}\quad (73)$$

Ferner hat man $v^2 = \frac{dx^2}{dt^2} + \frac{dy^2}{dt^2} = k^2\,.\,\frac{dz^2}{dt^2}\,.\,R$ (74)

und somit aus Formel (60)

$$f = D + \frac{E}{k^2\,.\,\frac{dz^2}{dt^2}\,.\,R^2}.$$

Nun setze man zur Bequemlichkeit der nachfolgenden Rechnungen:

$$D = F_1 \cdot \frac{c^2}{k^2}, \qquad E = 4G \cdot \frac{c^4}{k^4}, \text{ siehe (62. b)}$$

so hat man

$$f = F_1 \cdot \frac{c^2}{k^2} + 4G \cdot \frac{c^4}{k^4} \cdot \frac{1}{\frac{dz^2}{dt^2} \cdot R^2}$$

oder, da $\frac{c}{k} = \gamma$

$$f = F_1 \cdot \gamma^2 + 4G \cdot \gamma^4 \cdot \frac{1}{\frac{dz^2}{dt^2} \cdot R^2} \tag{74}$$

Diesen Werth von f in die erste der Ansatzgleichungen (73) gesetzt, erhält man:

$$\frac{d^2z}{dt^2} = -\tfrac{1}{2} \cdot \frac{dz^2}{dt^2} \cdot R - \frac{F_1}{k \cdot \cos w} \cdot \gamma^2 \cdot \frac{d\zeta}{dz} \cdot \frac{1}{R} - \frac{4G}{k \cdot \cos w} \cdot \gamma^4 \cdot \frac{d\zeta}{dz} \cdot \frac{1}{\frac{dz^2}{dt^2} \cdot R^3} \tag{75}$$

Ferner hat man

$$\frac{d^2\zeta}{dt^2} = \frac{d^2\zeta}{dz^2} \cdot \frac{dz^2}{dt^2} + \frac{d\zeta}{dt} \cdot \frac{d^2z}{dt^2}.$$

Dies in die zweite der Ansatzgleichungen (73) gesetzt, ergiebt sich

$$\frac{d^2\zeta}{dz^2} \cdot \frac{dz^2}{dt^2} + \frac{d\zeta}{dz} \cdot \frac{d^2z}{dt^2} = -\tfrac{1}{2} \cdot \frac{dz^2}{dt^2} \cdot R \cdot \frac{d\zeta}{dz} + \frac{f \cdot \cos w}{k} \cdot \frac{1}{R} - \frac{g}{k},$$

und wenn man hierin für $\frac{d^2z}{dt^2}$ seinen Werth aus der ersten der Ansatzgleichungen (73) setzt und gehörig reducirt, so kommt

$$\frac{d^2\zeta}{dz^2} \cdot \frac{dz^2}{dt^2} = \frac{f}{k \cdot \cos w} \cdot R - \frac{g}{k}. \tag{76}$$

Hier hinein setze man den Werth für f aus (74), dann ergiebt sich

$$\frac{d^2\zeta}{dz^2} \cdot \frac{dz^2}{dt^2} = \frac{F_1}{k \cdot \cos w} \cdot \gamma^2 \cdot R + \frac{4G}{k \cdot \cos w} \cdot \gamma^4 \cdot \frac{1}{\frac{dz^2}{dt^2} \cdot R} - \frac{g}{k} \quad (77)$$

Setzt man sodann zur Abkürzung nach Formel (63)

$$\frac{F_1}{k \cdot \cos w} = P, \qquad \frac{G}{k \cdot \cos w} = Q, \qquad (77.\ b)$$

dann nehmen die Ansatzgleichungen (75) und (77) die nachstehende Gestalt an:

$$\frac{d^2z}{dt^2} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{dz^2}{dt^2} \cdot R - P \cdot \gamma^2 \cdot \frac{d\zeta}{dz} \cdot \frac{1}{R} - 4Q \cdot \gamma^4 \cdot \frac{d\zeta}{dz} \cdot \frac{1}{\frac{dz^2}{dt^2} \cdot R^3} \quad (78)$$

$$\frac{d^2\zeta}{dz^2} \cdot \frac{dz^2}{dt^2} = P \cdot \gamma^2 \cdot R + 4Q \cdot \gamma^4 \cdot \frac{1}{\frac{dz^2}{dt^2} \cdot R} - \frac{g}{k} \quad (79)$$

127. Nun ist ferner $\frac{dz}{dt} = \frac{1}{\frac{dt}{dz}}$ und $\frac{d^2z}{dt^2} = -\frac{\frac{d^2t}{dz^2}}{\frac{dt^3}{dz^3}}$.

Diese Werthe setze man in (78) und (79) und multiplicire sodann jede dieser Gleichungen mit $\frac{dt^2}{dz^2}$, dann erhält man

$$\frac{\frac{d^2t}{dz^2}}{\frac{dt}{dz}} = \frac{1}{2} R + P \cdot \gamma^2 \cdot \frac{d\zeta}{dz} \cdot \frac{dt^2}{dz^2} \cdot \frac{1}{R} + 4Q\gamma^4 \cdot \frac{d\zeta}{dz} \cdot \frac{dt^4}{dz^4} \cdot \frac{1}{R^3} \quad (80)$$

$$\frac{d^2\zeta}{dz^2} = P \cdot \gamma^2 \cdot \frac{dt^2}{dz^2} \cdot R + 4Q\gamma^4 \cdot \frac{dt^4}{dz^4} \cdot \frac{1}{R} - \frac{g}{k} \cdot \frac{dt^2}{dz^2} \quad (81)$$

Nun beachte man, daß

$$\frac{\frac{d^2t}{dz^2}}{\frac{dt}{dz}} = \frac{1}{dz} \cdot \frac{\frac{d^2t}{dz}}{\frac{dt}{dz}} = \frac{d\left(\log\ nat\ \frac{dt}{dz}\right)}{dz}$$

und setze $\frac{dt^2}{dz^2} = \theta$, was mit Formel (65) übereinstimmt. Dann erhält man, wenn man diese Werthe in (80) und (81) substituirt:

$$\tfrac{1}{2}\frac{d\,(\log\ nat\ \theta)}{dz} - \tfrac{1}{2}R = P\ .\ \gamma^2\ .\ \frac{d\zeta}{dz}\ .\ \frac{\theta}{R}$$
$$+\ 4Q\gamma^4\ .\ \frac{d\zeta}{dz} \cdot \frac{\theta^2}{R^3}, \quad (82)$$

$$\frac{d^2\zeta}{dz^2} + \frac{g}{k}\ .\ \theta = P\ .\ \gamma^2\ .\ \theta\ \ R + 4Q\gamma^4\ .\ \frac{\theta^2}{R}, \quad (83)$$

Multiplizirt man die Gleichung (83) mit $\frac{\frac{d\zeta}{dz}}{R^2}$, so kommt

$$\frac{\frac{d\zeta}{dz}}{R^2}\left[\frac{d^2\zeta}{dz^2} + \frac{g}{k}\ .\ \theta\right] = P\ .\ \gamma^2\ .\ \frac{d\zeta}{dz}\ .\ \frac{\theta}{R} + 4Q\gamma^4\ .\ \frac{d\zeta}{dz}\ .\ \frac{\theta^2}{R^3}$$

und hier stimmt der Ausdruck rechter Hand genau mit dem in Formel (82) überein, man hat somit

$$\tfrac{1}{2}\frac{d\,(\log\ nat\ \theta)}{dz} - \tfrac{1}{2}R = \frac{d^2\zeta}{dz^2}\ .\ \frac{d\zeta}{dz}\ .\ \frac{1}{R^2} + \frac{g}{k}\ .\ \frac{d\zeta}{dz} \cdot \frac{\theta^2}{R^3} \quad (84)$$

Die Gleichungen (83) und (84) sind die bequemsten für den Ansatz, und es bedürfen dieselben nur noch einiger Umwandlung.

128. Zu diesem Behuf wollen wir zunächst $\frac{d\zeta}{dz} = \psi$ setzen, woraus $\frac{d^2\zeta}{dz^2} = \frac{d\psi}{dz}$ folgt. Es geht sodann $\frac{d^2\zeta}{dz^2}\ .\ \frac{d\zeta}{dz}\ .\ \frac{1}{R^2}$ über in

$$\frac{\frac{\psi d\psi}{dz}}{\cos w^2 + \psi^2} = \tfrac{1}{2}\frac{d\,[\log\ nat\ (\cos w^2 + \psi^2)]}{dz}$$

d. h. in $\frac{d\,(\log nat\, R)}{dz}$. Schreibt man sodann der größeren Kürze und besseren Uebersichtlichkeit wegen statt der Bezeichnung log nat vielmehr nur ln, und setzt man $\frac{g}{k} = g_1$, dann ergeben die Gleichungen (83) und (84) die nachfolgenden:

$$\frac{d\psi}{dz} + g_1 . \theta = P \; . \, y^2 \, . \, \theta \, . \, R + 4Q \, . \, y^4 \, . \, \frac{\theta^2}{R}, \qquad (85)$$

$$\frac{1}{2} \frac{d\,(\ln \theta)}{dz} - \frac{1}{2} R = \frac{d\,(\ln R)}{dz} + g_1 \, . \, \psi \, . \, \frac{\theta}{R^2}. \qquad (86)$$

Diese Gleichungen enthalten nun, theils explicit, theils implicit:

ψ und θ als die abhängig Variabeln und

z als gemeinschaftlichen Urvariabeln.

Der Urvariable t als solcher ist durch die im Anfange der Nr 127 bezeichneten Substitutionen verschwunden und dafür ist z an seine Stelle getreten.

129. Die Gleichungen (85) und (86) müssen nun gleichzeitig integrirt werden, und da begreiflicherweise an Integrale in geschlossener Form nicht zu denken ist, so muß man die Integrale in Reihen darstellen.

Ich habe in meiner

Ersten Fortsetzung der Bemerkungen über den Einfluß der Umdrehung der Artilleriegeschosse auf ihre Bahn. 1847.

lang und breit nachgewiesen, wie unzweckmäßig es ist, dergleichen Reihen nach Potenzen des Urvariabeln zu ordnen, indem dieselben selten eine hinreichende Convergenz haben.

Dagegen habe ich auf die Vortheile aufmerksam gemacht, welche damit verbunden sind, dergleichen Reihen nach Potenzen derjenigen Constanten zu ordnen, welche in dem Problem vorkommen, ein Verfahren, welches wenigstens in allen den Fällen zu brauchbaren Resultaten führen wird, wo es gelingt, diese Constanten so einzurichten, daß sie möglichst kleine Brüche bilden, deren höhere Potenzen also immer kleinere Zifferwerthe ergeben.

In dem gewöhnlichen ballistischen Problem, in welchem auf die Umdrehung der Geschosse keine Rücksicht genommen wird, kommen an Constanten nur die folgenden vor, wie aus Nr. 119 ersichtlich:

k, die Luftwiderstandsconstante,

c, die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses,

w, der Elevationswinkel und

g, die Beschleunigung der Schwere.

Von diesen verschwindet k ganz aus der Rechnung, wenn man alle in derselben vorkommenden Längengrößen durch dasselbe dividirt. Die Größen c und g verbinden sich so, daß sie immer in der Verbindung

$$\frac{gk}{c^2} \text{ und dessen Potenzen}$$

vorkommen, welchen Ausdruck wir in Nr. 119 mit ϱ bezeichnet haben. Es kommen also in dem gewöhnlichen ballistischen Problem nur die beiden Constanten ϱ und w vor, und es ist aus meinen früheren Veröffentlichungen ersichtlich, welche Gestalt die ballistischen Aufgaben annnehmen, wenn man die bezüglichen Reihen nach Potenzen dieser Constanten ordnet.

In den Ansatzgleichungen (85) und (86), welche uns hier beschäftigen, kommen außerdem noch an Constanten vor:

$$\gamma = \frac{c}{k}, \; g_1 = \frac{g}{k}, \text{ und die Symbole } P \text{ und } Q,$$

welche den Einfluß der Umdrehung repräsentiren. Die beiden ersteren zeichen verbinden sich, wie die spätere Rechnung zeigt, auch hier wieder zu der Gruppe $\varrho = \frac{gk}{c^2}$ und es bleiben mithin bloß noch P und Q übrig, so daß im Ganzen nur die Constanten

$$\varrho, \; w, \; P \text{ und } Q$$

übrig bleiben. Für den Schuß oder Wurf unter ganz flachen oder unter Erhöhungswinkeln von nicht über 20° giebt die Entwickelung nach Potenzen von ϱ meist convergirende Reigen, in denen der Winkel w von selbst und ohne weitere besondere Maaßnahmen sich einreihet.

Was nun die Gestalt anbetrifft, welche die zu suchenden Reihen möglicherweise annehmen werden, so denke man sich einmal die Reihe für die Bahncoordinate ζ bereits als gefunden. Diese Reihe wird außer dem Urvariabeln z und außer dem Winkel w noch die Symbole

ϱ, P und Q enthalten. Wollte man nun aus dem vorhandenen Ausdruck für ζ denjenigen erhalten, welcher für das einfache ballistische Problem ohne Rücksicht auf Umdrehung giltig ist, so hätte man in jenem nur P, so wie Q gleich Null zu setzen, und es würde dann derjenige Ausdruck für ζ in einer von Potenzen nach ϱ geordneten Reihe hervorgehen, welcher Beispielsweise in meiner

Mathematischen Theorie des Ricoschettschusses, Seite 16 und 17,

oder in meinen

Ballistischen Tafeln, Seite VIII. Berlin. Dümmler. 1834.)

ersichtlich ist.

Da ferner auch für den Fall von $g = 0$ eine krumme Bahn herauskommt, so muß der für ϱ zu findende Ausrruck auch ein Glied enthalten, in welchem kein ϱ vorkommt. Die allgemeinste Gestalt für ζ wird also die in Nr. 122 unter (66) angenommene sein, wonach

$$\zeta = \overset{0}{Y} + \varrho \, . \overset{1}{Y} + \varrho^2 \, . \overset{11}{Y} + \varrho^3 \, . \overset{111}{Y} + \ldots$$

ist. Die Ausdrücke $\overset{0}{Y}, \overset{1}{Y}, \overset{11}{Y}, \overset{111}{Y} + \ldots .$ müssen dann nach Potenzen und Producten von P und Q in steigenden (positiven) Dimensionen geordnet sein, so daß, wenn P und Q gleich Null gesetzt werden, der Ausdruck für ζ nach Maaßgabe des gewöhnlichen ballistischen Problems herauskommt. Es wird dann $\overset{0}{Y}$ aus mehrereren und ohne Ende fortlaufenden Theilausdrücken

$$\overset{0}{Y} = \overset{0}{Y}_{0} + \overset{0}{Y}_{1} + \overset{0}{Y}_{11} + \overset{0}{Y}_{111} + \ldots$$

bestehen, dergestalt, daß

in $\overset{0}{Y}_{0}$ gar kein P oder Q

in $\overset{0}{Y}_{1}$ dagegen P und Q in der ersten Potenz,

in $\overset{0}{Y}_{11}$ die Ausdrücke P^2, PQ, Q^2,

in $\overset{0}{Y}_{111}$ desgleichen P^3, P^2Q, PQ^2, Q^3,

u. s. w. vorkommen, wie dies Alles in den Nr. 122 u. f. ersichtlich ist. Und ganz ebenso verhält es sich mit $\overset{1}{\underset{0}{Y}}$, $\overset{1}{\underset{1}{Y}}$, $\overset{1}{\underset{11}{Y}}$ . . . so wie mit $\overset{11}{\underset{0}{Y}}$, $\overset{11}{\underset{1}{Y}}$, u. s. w.

130. Die Herleitung der verschiedenen Reihen in der mehrbesprochenen Gestalt wird nun am leichtesten auf die Weise erreicht, daß man

a. die Symbole P und Q überall, wo sie vorkommen, mit einem beliebigen Symbol α multiplicirt,

b. die zu findenden Ausdrücke nach steigenden Potenzen dieses Symbols α entwickelt, und

c. nach vollendeter Entwickelung $\alpha = 1$ setzt, wodurch dies Symbol wieder verschwindet und die gefundenen Ausdrücke in der gewünschten Gestalt zurückläßt.

Die Ziffernwerthe der Symbole P und Q werden in den meisten Fällen ziemlich klein und mithin der Convergenz ungemein günstig sein. Für das Beispiel, welches in der „Ersten Lieferung“ dieser: „Hilfsmittel für ballistische Rechnungen“ Seite 31 u. f. behandelt worden ist, ergiebt sich

$$P = -\ 0{,}069454$$
$$Q = +\ 0{,}016499$$

mithin sodann

$$P^2 = +\ 0{,}004824$$
$$PQ = -\ 0{,}001146$$
$$Q^2 = +\ 0{,}0002722$$

und

$$P^3 = +\ 0{,}0003350$$

. . . .

u. s. w., so daß also die Convergenz muthmaßlich eine sehr gute sein wird.

Durch Hinzufügung des willkührlichen Coefficienten α, welcher ganz unschädlich ist, da man sich gleich von vorn herein vornimmt, ihn später = 1 zu setzen, nehmen nun die Ansatzgleichungen (85) und (86) folgende Gestalt an:

$$\frac{d\psi}{dz} + g_1 \cdot \theta = \alpha . P . \gamma^2 . \theta . R + 4\alpha . Q . \gamma^1 . \frac{\theta^2}{R}$$

$$\frac{d\,(\ln\,\theta)}{dz} - R = 2\,\frac{d\,(\ln\,R)}{dz} + 2g_1 \,.\, \psi \cdot \frac{\theta}{R^2}$$

Um statt des g_1 vielmehr das Symbol ϱ einzuführen, wie es Formel (66) verlangt, beachte man, daß

$$\varrho = \frac{gk}{c^2}, \quad g_1 = \frac{g}{k}, \quad \gamma = \frac{c}{k}, \text{ also } g_1 = \varrho\gamma^2.$$

Dann nehmen die vorstehenden Gleichungen nachstehende Gestalt an:

$$\frac{d\psi}{dz} + \varrho\gamma^2\theta = \alpha . P . \gamma^2 . \theta . R + 4\alpha . Q . \gamma^4 . \frac{\theta^2}{R}, \qquad (87)$$

$$\frac{d\,(\ln\,\theta)}{dz} - R = \frac{2d\,(\ln\,R)}{dz} + 2\varrho\gamma^2 . \psi . \frac{\theta}{R^2}, \qquad (88)$$

und dieses sind die definitiven Ansatzgleichungen, in welchen

ψ und θ die Abhängig-Variabeln sind und

z der gemeinschaftliche Urvariable ist.

131. Die Integration der Gleichungen (87) und (88) erfolgt nun genau nach Anleitung der

Ersten Fortsetzung der Bemerkungen über den Einfluß der Umdrehung der Artilleriegeschosse auf ihre Bahn. 1847,

indem man die gegebenen Gleichungen

a. nach und nach in Bezug auf das Symbol ϱ variirt, und sodann in jeder einzelnen der so erhaltenen Gleichungen so wie in jeder der Gleichungen (87) und (88) selbst, das noch übrige darin verbliebene $\varrho = 0$ setzt; indem man ferner

b. nach und nach jede der so erhaltenen Gleichungen in Bezug auf das Symbol α variirt, und sodann in jeder einzelnen der so erhaltenen Gleichungeu das noch übrige darin verbliebene $\alpha = 0$ setzt.

Sodann werden

c. alle diese so erhaltenen Gleichungen nach z integrirt,

zuletzt aber wird

d. alles $\alpha = 1$ gesetzt.

132. Setzt man nun zunächst in den Gleichungen (87) und (88) $\varrho = o$, so wird

aus $\frac{d\zeta}{dz}$, oder aus ψ nach (68) jetzt $\overset{0}{Z}$

aus R wird $\sqrt{\cos w^2 + \overset{0}{Z}{}^2}$, was mit $\overset{0}{R}$ bezeichnet werde, und

aus θ nach (70) jetzt $\overset{0}{T}$.

Hiemit gehen die Gleichungen (87) und (88) über in

$$\frac{dZ^0}{dz} = \alpha \left[P \cdot \gamma^2 \cdot \overset{0}{T} \cdot \overset{0}{R} + 4Q \cdot \gamma^4 \cdot \frac{T^{0\,2}}{R^0} \right] \qquad (89)$$

$$\frac{d(\ln \overset{0}{T})}{dz} - \overset{0}{R} = 2 \frac{d(\ln \overset{0}{R})}{dz} \qquad (90)$$

und es ist hierin

$$\overset{0}{Z} = \overset{0}{Z}_0 + \alpha \cdot \overset{0}{Z}_1 + \alpha^2 \cdot \overset{0}{Z}_{11} + \alpha^3 \cdot \overset{0}{Z}_{111} + \ldots \qquad (91)$$

$$\overset{0}{T} = \overset{0}{T}_0 + \alpha \cdot \overset{0}{T}_1 + \alpha^2 \cdot \overset{0}{T}_{11} + \alpha^3 \cdot \overset{0}{T}_{111} + \ldots \qquad (92)$$

Für $\varrho = o$ und $\alpha = o$, d. h. wenn sowohl Schwere als Umdrehung Null sind, hat man bekanntlich

$$\zeta = z \cdot \sin w, \text{ mithin } \frac{d\zeta}{dz} = \psi = \overset{0}{Z}_0 = \sin w \qquad (93)$$

und $\frac{dz}{dt} = \frac{c}{k} \cdot e^{-\frac{1}{2}z} = \gamma \cdot e^{-\frac{1}{2}z}$, mithin ist dann

$$\left(\frac{dt}{dz}\right)^2 = \overset{0}{T}_0 = \frac{1}{\gamma^2} \cdot e^z \quad \ldots\ldots\ldots \quad (94)$$

133. Die Coefficienten $\overset{0}{Z}_1$ und $\overset{0}{T}_1$ werden augenscheinlich erhalten, wenn man die Ausdrücke für $\overset{0}{Z}$ und $\overset{0}{T}$ in (91) und (92) nach dem Symbol α variirt und nach geschehener Variation $\alpha = o$ setzt. Nehmen wir nun diese Variation in den Bestimmungsgleichungen Nr. (89) und (90) an, so enthalten $\overset{0}{Z}$, $\overset{0}{T}$ und $\overset{0}{R}$ das α im-

plicit und müssen deshalb ebenfalls der Variation unterworfen werden. Alle übrigen in (89) und (90) vorkommenden Symbole enthalten kein α implicit.

Bezeichnet man nun die Variation nach α mit dem Zeichen δ und führt dieselbe an den Gleichungen (89) und (90) aus, so erhält man:

$$\frac{\delta d\overset{0}{Z}}{dz} = P\,.\,\gamma^2\,.\,\overset{0}{T}\,.\,\overset{0}{R} + 4Q\,.\,\gamma^4\,.\,\frac{\overset{0}{T}{}^2}{\overset{0}{R}}$$

$$+\,\alpha\left[P\,.\,\gamma^2(\delta\overset{0}{T}\,.\,\overset{0}{R} + \overset{0}{T}\,\delta\overset{0}{R}) + 4Q\gamma^4\,.\left(\frac{2\overset{0}{T}\,\delta\overset{0}{T}}{\overset{0}{R}} - \frac{\overset{0}{T}{}^2\,\delta\overset{0}{R}}{\overset{0}{R}{}^2}\right)\right] \quad (95)$$

$$\frac{d\left(\frac{\delta\overset{0}{T}}{\overset{0}{T}}\right)}{dz} - \delta\overset{0}{R} = 2\frac{d\left(\frac{\delta\overset{0}{R}}{\overset{0}{R}}\right)}{dz} \quad \ldots\ldots \quad (96)$$

In Betreff des Gliedes linker Hand in der Gleichung (95), nämlich $\frac{\delta d\overset{0}{Z}}{dz}$ beachte man, daß man bekanntlich die Zeichen δd von $\overset{0}{Z}$ in ihrer Reihenfolge beliebig verwechseln, also statt

$$\frac{\delta d\overset{0}{Z}}{dz} \text{ eben so gut auch } \frac{d\delta\overset{0}{Z}}{dz}$$

schreiben darf. Ferner beachte man, daß

$\overset{0}{R} = (\cos w^2 + \overset{0}{Z}{}^2)^{\frac{1}{2}}$, mithin $\delta\overset{0}{R} = \overset{0}{Z}\,\delta\overset{0}{Z}\,.\,(\cos w^2 + \overset{0}{Z}{}^2)^{-\frac{1}{2}}$

Setzt man nun in den Gleichungen (95) und (96) überall $\alpha = 0$, so geht über

$\overset{0}{Z}$ in $\overset{0}{Z}_0$, d. h. in $\sin w$, nach (93)

$\delta\overset{0}{Z}$ in $\overset{0}{Z}_1$

$\overset{0}{R}$ in $(\cos w^2 + Z^{0\,2}_{0})^{\frac{1}{2}}, = (\cos w^2 + \sin w^2)^{\frac{1}{2}} = 1$

$\delta\overset{0}{R}$ in $\sin w \,.\, Z^{0}_{1}$

$\overset{0}{T}$ in T^{0}_{0}, d. h. in $\frac{1}{\gamma^2} \,.\, e^{z}$, nach (94)

$\delta\overset{0}{T}$ in T^{0}_{1}

und die Gleichungen (95) und (96) ergeben nun für $\alpha = o$ die nachfolgenden:

$$\frac{dZ^{0}_{1}}{dz} = P \,.\, e^{z} + 4Q \,.\, e^{2z} \quad \ldots \ldots \quad (97)$$

$$\frac{d\left(\gamma^{2} \,.\, e^{-z} \,.\, T^{0}_{1}\right)}{dz} - \sin w \,.\, Z^{0}_{1} = 2\,\frac{d\left(\sin w \,.\, Z^{0}_{1}\right)}{dz} \quad (98)$$

Die Gleichung (97) integrirt, und die Constante, wie sein muß, so bestimmt, daß für $z = o$ auch $Z^{0}_{1} = o$ wird, kommt

$$Z^{0}_{1} = P\left(e^{z} - 1\right) + 2Q\left(e^{2z} - 1\right) \quad \ldots \quad (99)$$

Die Gleichung (98) läßt sich zunächst in folgender Gestalt schreiben:

$$\gamma^{2} \,.\, \frac{d\left(e^{-z} \,.\, T^{0}_{1}\right)}{dz} = \sin w \,.\, \left[Z^{0}_{1} + 2\,\frac{dZ^{0}_{1}}{dz}\right]$$

Setzt man hierein den Werth für Z^{0}_{1} aus (99) und für $\frac{dZ^{0}_{1}}{dz}$ aus (97), so kommt

$$\gamma^{2}\frac{d\left(e^{-z} \,.\, T^{0}_{1}\right)}{dz} = \sin w \,.\, \left[P\left(3e^{z} - 1\right) + 2Q\left(5e^{2z} - 1\right)\right]$$

Diese Gleichung integrirt und die Constante so bestimmt, daß für $z = o$ auch $\overset{0}{\underset{1}{T}} = o$ sei, kommt

$$\gamma^2 \left(e^{-z} \cdot \overset{0}{\underset{1}{T}} \right) = \sin w \cdot \left[P \left(3e^{z} - 3 - z \right) \right.$$
$$\left. + 2Q \left(\frac{5}{2} e^{2z} - \frac{5}{2} - z \right) \right]$$

und endlich

$$\overset{0}{\underset{1}{T}} = \frac{\sin w}{\gamma^2} \left[P \left(3e^{2z} - 3e^{z} - ze^{z} \right) + Q \left(5e^{3z} - 5e^{z} - 2ze^{z} \right) \right] \quad (100)$$

wie in Nr. 124 bereits angegeben ist.

134. Zur Ermittelung der Werthe für $\overset{0}{\underset{11}{Z}}$ und $\overset{0}{\underset{11}{T}}$ ist es nöthig, die Gleichungen (95) und (96) abermals nach α zu variiren. Man erhält auf diese Weise (und da man statt $\delta d\overset{0}{Z}$ beliebig $d\delta\overset{0}{Z}$ schreiben darf),

$$\frac{d\delta^2 \overset{0}{Z}}{dz} = 2 P\gamma^2 \left(\delta\overset{0}{T} \cdot \overset{0}{R} + \overset{0}{T} \cdot \delta\overset{0}{R} \right) + 4Q\gamma^4 \left(\frac{2\overset{0}{T}\delta\overset{0}{T}}{\overset{0}{R}} - \frac{\overset{0}{T}{}^2 \delta\overset{0}{R}}{\overset{0}{R}{}^2} \right)$$
$$+ \alpha \cdot [\ . \ . \ . \ . \ ] + \ . \ . \ . \ . \quad (101)$$

$$\frac{d \left[\frac{\delta^2 \overset{0}{T}}{\overset{0}{T}} - \frac{(\delta \overset{0}{T})^2}{\overset{0}{T}{}^2} \right]}{dz} - \delta^2 \overset{0}{R} = \frac{2d \left[\frac{\delta^2 \overset{0}{R}}{\overset{0}{R}} - \frac{(\delta \overset{0}{R})^2}{\overset{0}{R}{}^2} \right]}{dz} \quad (102)$$

Setzt man nun in diesen beiden Gleichungen überall $\alpha = o$, so nimmt (101) folgende Gestalt an;

$$2 \frac{d\overset{0}{\underset{11}{Z}}}{dz} = 2 P\gamma^2 \left(\overset{0}{\underset{1}{T}} + \sin w \cdot \overset{0}{\underset{0}{T}} \cdot \overset{0}{\underset{1}{Z}} \right)$$
$$+ 4Q\gamma^4 \left(2\overset{0}{\underset{0}{T}} \cdot \overset{0}{\underset{1}{T}} - \sin w \cdot \overset{0}{\underset{0}{T}}{}^2 \cdot \overset{0}{\underset{1}{Z}} \right) \quad (103)$$

Wenn man diese Gleichung durch 2 dividirt, sodann darin für $\overset{0}{\underset{0}{T}}$, $\overset{0}{\underset{1}{T}}$ und $\overset{0}{\underset{1}{Z}}$ ihre Werthe aus (94), (99) und (100) substituirt

und sodann integrirt, so bekommt man unmittelbar den Werth für $\overset{0}{Z}_{II}$, wie er in Nr. 123 ersichtlich ist.

Was die Gleichung (102) anbetrifft, so kommt darin auch $\delta^2 R^0$ vor. Man hat $R^0 = (\cos\psi^2 + Z_0^2)^{\frac{1}{2}}$,

$$\delta R^0 = Z^0 \delta Z^0 . (\cos w^2 + Z_0^2)^{-\frac{1}{2}}$$

$$\delta^2 R^0 = [(\delta Z^0)^2 + Z^0 \delta^2 Z^0] (\cos w^2 + Z_0^2)^{-\frac{1}{2}} - (Z^0 \delta Z^0)^2 (\cos w^2 + Z_0^2)^{-\frac{3}{2}}$$

Dies giebt für $\alpha = o$

$$\delta^2 R = \overset{0}{Z}{}_{I}^{2} + 2 \sin w . \overset{0}{Z}_{II} - \sin w^2 . \overset{0}{Z}{}_{I}^{2}, \text{ während}$$

$$\delta R^0 = \sin w . \overset{0}{Z}_{I} \text{ ist.}$$

Somit ergiebt die Gleichung (102) für $\alpha = o$ die nachfolgende

$$\frac{d\left[2\gamma^2 . e^{-z} . \overset{0}{T}_{II} - \gamma^4 . e^{-2z} . \overset{0}{T}{}_{I}^{2}\right]}{dz} - (1 - \sin w^2) . \overset{0}{Z}{}_{I}^{2} - 2 \sin w . \overset{0}{Z}_{II}$$

$$= \frac{2d\left[(1 - 2\sin w)^2 . \overset{0}{Z}{}_{I}^{2} + 2 \sin w . \overset{0}{Z}_{II}\right]}{dz} \quad . \quad . \quad (104)$$

Hier hinein nun die bereits für $\overset{0}{T}_{I}$, $\overset{0}{Z}_{I}$, $\overset{0}{Z}_{II}$ gefundenen Werthe substituirt und dann integrirt, auch alles gehörig entwickelt, erhält man $\overset{0}{T}_{II}$, so wie es aus Nr. 124 ersichtlich ist.

135. Die Entwickelung der ferneren Glieder von $\overset{0}{Z}$ und $\overset{0}{T}$, nämlich

$$\overset{0}{Z}_{III}, \quad \overset{0}{Z}_{IV}, \quad \overset{0}{Z}_{V}, \text{ u. s. w., und}$$

$$\overset{0}{T}_{III}, \quad \overset{0}{T}_{IV}, \quad \overset{0}{T}_{V}, \text{ u. s. w.}$$

macht fortgesetzte Variationen der Gleichungen (101) und (102) in Bezug auf α nöthig. Die Verwickelung der Rechnung steigt natürlich mit jedem folgendem Gliede in vergrößertem Maaße.

136. Alles Bisherige bezog sich nur auf die Glieder der Reihe, aus welchen der Ausdruck für $\overset{0}{Z}$ der Formel (68) und der Ausdruck für $\overset{0}{T}$ der Formel (70) zusammengesetzt ist, also auf diejenigen Glieder der Ausdrücke für $\frac{d\zeta}{dz} = \tan\varphi \cdot \cos w = \psi$ und für θ, welche übrig bleiben, wenn man in den Totalausdrücken das Symbol $\varrho = o$ setzt.

Will man nun die Coefficienten $\overset{1}{Z}$ und $\overset{1}{T}$ ermitteln, welche bezüglich bei den ersten Potenzen von ϱ stehen, dann muß man zu den Gleichungen (87) und (88) zurückkehren und sie nach ϱ variiren. Dies giebt, wenn wir die Variation nach ϱ durch ein vorgesetztes Δ ausdrücken:

$$\frac{d\Delta\psi}{dz} + \gamma^2 \cdot \theta + \varrho \cdot \gamma^2 \cdot \Delta\theta = \alpha P\gamma^2 \cdot [\Delta\theta \cdot R + \theta \cdot \Delta R]$$
$$+ 4\alpha \cdot Q\gamma^4 \cdot \left[\frac{2\theta\Delta\theta}{R} - \frac{\theta^2 \cdot \Delta R}{R^2}\right] \quad . \quad . \quad . \quad (105)$$

$$\frac{d\left(\frac{\Delta\theta}{\theta}\right)}{dz} - \Delta R = \frac{d\left(\frac{\Delta R}{R}\right)}{dz} + 2\gamma^2 \cdot \psi \cdot \frac{\theta}{R^2}$$
$$+ 2\varrho\gamma^2 \cdot \left[\Delta\psi \cdot \frac{\theta}{R^2} + \psi \cdot \frac{\Delta\theta}{R^2} - \frac{2\psi\theta\Delta R}{R^3}\right] \quad . \quad . \quad (106)$$

Hierin nun muß überall, wo es vorkommt, explicit oder implicit, $\varrho = o$ gesetzt werden.

Es kommt auch ΔR vor, und da $R = (\cos w^2 + \psi^2)^{\frac{1}{2}}$ so ist $\Delta R = \psi\Delta\psi\ (\cos w^2 + \psi^2)^{-\frac{1}{2}}$. Für $\varrho = o$ giebt dies:

$$\Delta R = \overset{0}{Z}\overset{1}{Z} \cdot (\cos w^2 + Z^{0\,2})^{-\frac{1}{2}}.$$

Dies benutzt, ergiebt sich dann

$$\frac{d\overset{1}{Z}}{dz} + \gamma^2 . \overset{0}{T} = \alpha P . \gamma^2 . \left[\overset{1}{T} . (\cos w^2 + \overset{0}{Z}{}^2)^{\frac{1}{2}} + \frac{\overset{0}{T}\overset{0}{Z}\overset{1}{Z}}{(\cos w^2 + \overset{0}{Z}{}^2)^{\frac{1}{2}}} \right]$$

$$+ 4\alpha Q \gamma^4 . \left[\frac{2\overset{0}{T}\overset{1}{T}}{(\cos w^2 + \overset{0}{Z}{}^2)^{\frac{1}{2}}} - \frac{\overset{0}{T}{}^2\overset{0}{Z}\overset{1}{Z}}{(\cos w^2 + \overset{0}{Z}{}^2)^{\frac{3}{2}}} \right] \qquad (107)$$

$$\frac{d\left(\frac{\overset{1}{T}}{\overset{0}{T}}\right)}{dz} - \frac{\overset{0}{Z}\overset{1}{Z}}{(\cos w^2 + \overset{0}{Z}{}^2)^{\frac{1}{2}}} = \frac{d\left[\frac{\overset{0}{Z}\overset{1}{Z}}{(\cos w^2 + \overset{0}{Z}{}^2)}\right]}{dz}$$

$$+ 2\gamma^2 \frac{\overset{0}{Z}\overset{0}{T}}{\cos w^2 + \overset{0}{Z}{}^2} \quad . \; . \; . \; . \qquad (108)$$

Diese Gleichungen müssen nun genau so behandelt werden, wie dies mit den Gleichungen (89) und (90) geschehen ist.

Das heißt, man setzt darin zuerst $\alpha = o$ und erhält dadurch zwei Bestimmungsgleichungen für $\overset{1}{\underset{0}{Z}}$ und $\overset{1}{\underset{0}{T}}$, natürlich in der Form von Differenzialgleichungen, welche integrirt werden müssen.

Sodann variirt man die Gleichungen (107) und (108) in Bezug auf α und erhält dadurch zwei Gleichungen, welche mit (107. a) und (108. a.) bezeichnet sein mögen. In diesen setzt man $\alpha = o$ und bekommt dadurch zwei Differenzialgleichungen zur Bestimmung von $\overset{1}{\underset{1}{Z}}$ und $\overset{1}{\underset{1}{T}}$.

Demnächst variirt man die Gleichungen (107. a) und (108. a) wiederum in Bezug auf α, setzt abermals $\alpha = o$ und hat sodann zwei Bestimmungsgleichungen für $\overset{1}{\underset{11}{Z}}$ und $\overset{1}{\underset{11}{T}}$. Genau in derselben Weise verfährt man ferner.

127. Glaubt man für die Coefficienten der ersten Potenz für ϱ, nämlich für

$$Z^{1} = Z^{1}_{0} + Z^{1}_{1} + Z^{1}_{11} + \ldots .$$

$$T^{1} = T^{1}_{0} + T^{1}_{1} + T^{1}_{11} + \ldots$$

Glieder genug zu haben, so geht man nun daran, die Coefficienten für die zweite Potenz von ϱ zu berechnen. Zu diesem Behuf geht man auf die Gleichungen (105) und (106) zurück, variirt dieselben in Bezug auf ϱ, also mittelst des Operationszeichens $\varDelta$ und erhält dadurch zwei Gleichungen, wesche mit (105. a) und (106. a) bezeichnet ein mögen. In diesen setzt man $\varrho = o$ und behandelt sie dann in Bezug auf die Variationen nach α genau so, wie dies seines Ortes mit den Gleichungen (89) und (90) wirklich geschehen und für die Gleichungen (107) und (108) verlangt worden ist.

Die Ermittelung der Coefficienten für ϱ^{3}, ϱ^{4}, u. s. w. erfolgt ganz in derselben Weise, indem man die Gleichungen (105. a) und (106. a) nach und nach fortgesetzt nach ϱ variirt, in jeder der so erhaltenen Gleichungen nach vollendeter Variation $\varrho = o$ setzt und jede der auf diese Weise hervorgehenden Gleichungeu sodann in Bezug auf das Symbol α so behandelt, wie dies mit den Gleichungrn (89) und (90 geschehen ist.

Auf diese Weise erhält man mithin die erforderlichen Glieder, um in gegebenen Fällen den Ausdruck (68) in Nr. 123

$$\frac{d\zeta}{dz} = \text{tang}\ \varphi \cdot \cos w = \psi = Z^{0} + \varrho \cdot Z^{1} + \varrho^{2} \cdot Z^{11} + \varrho^{3} \cdot Z^{111} + \ldots \quad (109)$$

und den Ausdruck (70) in Nr. 124

$$\theta = \frac{1}{\left(\frac{dz}{dt}\right)^{2}} = T^{0} + \varrho \cdot T^{1} + \varrho^{2} \cdot T^{11} + \ldots$$

entwickelt darstellen zu können, wie es in den genannten Nummern wirklich geschehen ist.

Um den Ausdruck für ζ zu finden, ist natürlich nichts weiter nöthig, als die vorstehende Gleichung (109) zu integriren, wodurch man zunächst in bloßer Andeutung

$$\zeta = \int \overset{0}{Z} \cdot dz + \varrho \cdot \int \overset{I}{Z} dz + \varrho^2 \cdot \int \overset{II}{Z} dz + \varrho^3 \cdot \int \overset{III}{Z} dz + \ldots$$

erhält. Vergleicht man diesen Ausdruck mit dem in Nr. 122 unter (66) gegebenen, so sieht man sogleich, daß

$$\overset{0}{Y} = \int \overset{0}{Z} dz, \qquad \overset{I}{Y} = \int \overset{I}{Z} dz, \qquad \overset{II}{Y} = \int \overset{II}{Z} dz, \text{ u. s. w.}$$

wonach nun die Ausdrücke für $\overset{0}{Y}$, $\overset{I}{Y}$, $\overset{II}{Y}$, u. s. w. leicht berechnet werden können und dadurch so gefunden werden, wie sie in Nr. 122 aufgeführt stehen.

138. Die in den Nummern 122 bis 124 zusammengestellten Resultate sind durch eine sehr sorgfältig und zu zwei verschiedenen Malen durchgeführte Rechuung gefunden worden. Ich glaube daher wohl, daß sie richtig sind. Die Rechnung erforderte viel Geduld, und die Blätter, welche diese Rechnung enthalten, bilden ein ziemlich dickleibiges Convolut.

Schärfere Bestimmung der Zifferwerthe für ϱ, P und Q.

139. Es ist kaum zu hoffen, daß diejenigen Werthe von P und Q, (oder von F_1 und G, mit denen sie mittelst der Formeln (63) zusammenhangen), welche aus den Ergebnissen eines Schießens unter flachen Erhöhungswinkeln und bei kürzeren Schußweiten erhalten worden sind, ohne Weiteres auch dann noch zutreffen werden, wenn man mit derselben Combination von Geschoß und Ladung unter höheren Elevationen auf größere Entfernungen schießt. Man wird, wenn man sich in dem letzteren Falle befindet, die aus flachen Elevationen und kürzeren Schußweiten erhaltenen Ziffernwerthe von P und Q nur als Näherungswerthe betrachten dürfen, welche für den anderen Fall einer Berichtigung und schärferen Bestimmung unterworfen werden müssen. Es kann hierbei gar nicht schaden, wenn man auch den Ziffernwerth von ϱ als verbesserungsbedürftig ansieht und es wird um so eher möglich sein, die neu zu ermittelnden Ziffernwerthe so zu bestimmen, daß sie für die höheren Elevationswinkel so wie für die flacheren gleichmäßig zutreffen und brauchbar sind.

Die zu diesem Behuf auszuführenden Rechnungen werden unter Umständen einen enormen Umfang annehmen. Indessen ist dies nicht zu vermeiden, wenn man diesen Gegenstand wissenschaftlich behandeln will. Ich kann jedoch und will mich hier nur auf Andeutungen beschränken, darüber, welchen Weg eine solche Untersuchung zu nehmen hat, und muß mir eine weitere Ausführung dieses Gegenstandes vorbehalten.

Da dasjenige Material, was durch Schießversuche erhalten wird und zu den in Rede stehenden Ermittelungen benutzt werden soll, meistentheils und vorzugsweise in einer Reihe von Schußweiten

$$x^{I}, \quad x^{II}, \quad x^{III}, \text{ u. s. w.}$$

nebst den dazu gehörigen Niveaux der Treffpunkte

$$y^{I}, \quad y^{II}, \quad y^{III}, \text{ u. s. w.}$$

bestehen wird, welche man unter verschiedenen Elevationswinkeln

$$w^{I}, \quad w^{II}, \quad w^{III}, \text{ u. s. w.}$$

jedoch mit einer und derselben Combination von Geschütz, Geschoß und Ladung erhalten hat, so wird es vorzugsweise die Bahngleichung (66) in Nr. 122 sein, auf welche hiebei zu rücksichtigen sein wird. Wir wollen uns daher ausschließlich an diese halten, da es dem geneigten Leser leicht sein wird, das hier zu beschreibende Verfahren auch auf die Gleichungen (68) in Nr. 123 und (70) in Nr. 124 anzuwenden, für den Fall, daß durch den Versuch Ziffernwerthe des Einfallwinkel φ oder der Endgeschwindigkeit

$$v = \frac{\frac{dz}{dt}}{\cos \varphi} = \frac{1}{\theta^{\frac{1}{2}} \, . \, \cos \varphi}$$

erhalten worden sein sollten.

140. Geht man nun auf die Ausdrücke für Y^{0}_{0}, Y^{0}_{I}, Y^{0}_{II}, u. s. w. in Nr. 122 zurück, sü bezeichne man

$z \, . \sin w$ mit a^{0}_{0}

$e^{z} - 1 - z$ mit a^{0}_{1}

$e^{2z} - 1 - 2z$ mit b^{0}_{1}

$$e^{2z} - 2e^{z} - ze^{z} + z + 1 \;\ldots\ldots\ldots\ldots \text{ mit } a^{0}_{11}$$

$$3e^{3z} - 3e^{2z} - 2ze^{2z} - 3e^{z} - 2ze^{z} + 4z + 3 \text{ mit } b^{0}_{11}$$

$$2e^{4z} - 4e^{2z} - 4ze^{2z} + 4z + 2 \;\ldots\ldots\ldots \text{ mit } c^{0}_{11},$$

Ferner bezeichne man die acht aufeinder folgenden eingeklammerten Functionen von z, welche in dem Ausdruck für Y^{0}_{111} als Factoren von P^{3}, $P^{2}Q$, PQ^{2}, u. s. w. vorkommen, nach der Reihe mit:

$$a^{0}_{111},\; b^{0}_{111},\; c^{0}_{111},\; d^{0}_{111},\; e^{0}_{111},\; f^{0}_{111},\; g^{0}_{111} \text{ und } h^{0}_{111}$$

[illegible] bezeichne man für den Coefficienten Y^{1} den Werth [illegible]

[illegible] mit a [illegible]

[illegible] in dem Ausdruck für [illegible]

[illegible] eingeklammerten [illegible]

[illegible] zusammen- [illegible]

für Y^{III}_{0} mit a^{III}_{0} und b^{III}_{0}.

Das System in dieser Bezeichnung leuchtet ein. Die oberen Marken der kleinen Buchstaben stimmen mit den oberen Marken der Buchstaben Y überein, die unteren Markeu dagegen mit den unteren.

Mittelst dieser Bezeichnungen ergiebt sich nun für ζ der nachfolgende Ausdruck:

$$\zeta = a^{0}_{0} + P \,.\, a^{0}_{I} + Q \,.\, b^{0}_{I} + \sin w \,.\, \left(P^{2} \,.\, a^{0}_{II} + P \,.\, Q \,.\, b^{0}_{II} + Q^{2} \,.\, c^{0}_{II}\right)$$

$$+ P^{3} \,.\, \left(a^{0}_{III} + e^{0}_{III} \,.\, \sin w^{2}\right) + P^{2} Q \,.\, \left(b^{0}_{III} + f^{0}_{III} \,.\, \sin w^{2}\right)$$

$$+ P Q^{2} \left(c^{0}_{III} + g^{0}_{III} \,.\, \sin w^{2}\right) + Q^{3} \left(d^{0}_{III} + h^{0}_{III} \,.\, \sin w^{2}\right)$$

$$+ \varrho \,.\, a^{1}_{0} + \sin w \left(\varrho \,.\, P \,.\, a^{1}_{I} + \varrho \,.\, Q \,.\, b^{1}_{I}\right)$$

$$+ \varrho P^{2} \,.\, \left(a^{1}_{II} + d^{1}_{II} \,.\, \sin w^{2}\right) + \varrho \,.\, P \,.\, Q \left(b^{1}_{II} + c^{1}_{II} \,.\, \sin w^{2}\right)$$

$$+ \varrho Q^{2} \,.\, \left(c^{1}_{II} + f^{1}_{II} \,.\, \sin w^{2}\right)$$

$$+ \varrho^{2} \,.\, \sin w \,.\, a^{II}_{0} + \varrho^{2} \,.\, P \left(a^{II}_{I} + c^{II}_{I} \,.\, \sin w^{2}\right) + \varrho^{2} Q \left(b^{II}_{I} + d^{II}_{I} \sin w^{2}\right)$$

$$+ \varrho^{3} \left(a^{III}_{0} + b^{III}_{0} \,.\, \sin w^{2}\right) + \ldots\ldots$$

141. Man ordne den vorstehenden Ausdruck so, daß er nach Producten und Potenzen von ϱ, P und Q in steigenden Abmessungen fortschreitet, so erhält man

$$\zeta = a^{0}_{0}$$

$$\varrho \,.\, a^{1}_{0} + P \,.\, a^{0}_{I} + Q \,.\, b^{0}_{I}$$

$$+ \varrho^2 \, . \sin w \, . \, a^{II}_{0} + \varrho \, . P \, . \sin w \, . \, a^{I}_{I} + \varrho \, . \, Q \, . \sin w \, . \, b^{I}_{I}$$

$$+ P^2 \, . \sin w \, . \, a^{II}_{0} + P \, . \, Q \, . \sin w \, . \, b^{II}_{0} + Q^2 \, . \sin w \, . \, c^{II}_{0}$$

$$+ \varrho^3 \left(a^{III}_{0} + b^{III}_{0} \, . \sin w \right) + \varrho^2 \, . P \left(a^{II}_{I} + c^{II}_{I} \, . \sin w^2 \right)$$

$$+ \varrho^2 \, . \, Q \left(b^{II}_{I} + d^{II}_{I} \, . \sin w^2 \right)$$

$$+ \varrho P^2 \left(a^{I}_{II} + d^{I}_{II} \, . \sin w^2 \right) + \varrho P Q \left(b^{I}_{II} + e^{I}_{II} \, . \sin w^2 \right)$$

$$+ \varrho Q^2 \, . \left(c^{I}_{II} + f^{I}_{II} \, . \sin w^2 \right) + P^3 \left(a^{0}_{III} + e^{0}_{III} \, . \sin w^2 \right)$$

$$+ P^2 Q \left(b^{0}_{III} + f^{0}_{III} \, . \sin w^2 \right) + P Q^2 \left(c^{0}_{III} + g^{0}_{III} \, . \sin w^2 \right)$$

$$+ Q^3 \left(d^{0}_{III} + h^{0}_{III} \, . \sin w^2 \right)$$

$$+ \; . \qquad (110)$$

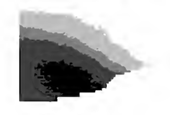
Nun denke man sich, daß man durch irgend eine vorläufige Rechnung Näherungswerthe für ϱ, P und Q gefunden habe, welche der Reihe nach ϱ_1, P_1 und Q_1 heißen mögen, und daß man diejenigen Zusätze suche, welche nothwendig sind, um den vorliegenden Versuchsresultaten zu entsprechen. Man denke sich daher, daß die wahren gesuchten Werthe für ϱ, P und Q in folgender Weise ausgedrückt seien:

$$\varrho = \varrho_1 + r$$

$$P = P_1 + p$$

$$Q = Q_1 + q$$

dergestalt, daß die erforderlichen und zu ermittelnden Verbesserungen r, p und q im Verhältniß zu den schon gefundenen Näherungswerthen



nur klein seien und zwar so klein, daß man ihre Potenzen und Producte von der zweiten Dimension an vernachlässigen dürfe. Man hat dann

$$\varrho^2 = \varrho_1^2 + r \cdot 2\varrho_1$$

$$\varrho P = \varrho_1 \cdot P_1 + r \cdot P_1 + p \cdot \varrho_1$$

$$\varrho Q = \varrho_1 \cdot Q_1 + r \cdot Q_1 + q \cdot \varrho_1$$

$$P^2 = P_1^2 + p \cdot 2P_1$$

$$PQ = P_1 Q_1 + p \cdot Q_1 + q \cdot P_1$$

$$Q^2 = Q_1^2 + q \cdot 2Q_1$$

$$\varrho^3 = \varrho_1^3 + r \cdot 3\varrho_1^2$$

$$\varrho^2 P = \varrho_1^2 \cdot P_1 + r \cdot 2\varrho_1 \cdot P_1 + p \cdot \varrho_1^2$$

$$\varrho^2 Q = \varrho_1^2 \cdot Q_1 + r \cdot 2\varrho_1 \cdot Q_1 + q \cdot \varrho_1^2$$

$$\varrho P^2 = \varrho_1 P_1^2 + r \cdot P_1^2 + p \cdot 2\varrho_1 P_1$$

$$\varrho PQ = \varrho_1 P_1 Q_1 + r \cdot P_1 Q_1 + p \cdot \varrho_1 \cdot Q_1 + q \cdot \varrho_1 P_1$$

$$\varrho Q^2 = \varrho_1 Q_1^2 + r \cdot Q_1^2 + q \cdot 2\varrho_1 Q_1$$

$$P^3 = P_1^3 + p \cdot 3P_1^2$$

$$P^2 Q = P_1^2 Q_1 + p \cdot 2P_1 Q_1 + q \cdot P_1^2$$



$$P Q^2 = P_1 Q_1^2 + p \cdot Q_1^2 + q \cdot 2 P_1 Q_1$$

$$Q^3 = Q_1^3 + q \cdot 3 Q_1^2$$

Diese Werthe rechter Hand substituire man nun in dem Ausdruck (110) statt derjenigen linker Hand, welche dort vorkommen, und sammele alles für sich, was gar kein r, p, q und dann alles, was je r, je p, je q bei sich hat. Dann wird man Folgendes erhalten:

$$\begin{aligned}
\zeta = {} & a_0^0 \\
& + \varrho_1 \,.\, a_0^1 + P_1 \,.\, a_1^0 + Q_1 \,.\, b_1^0 \\
& + \varrho_1^2 \,.\, \sin w \,.\, a_0^{11} + \varrho_1 P_1 \,.\, \sin w \,.\, a_1^1 + \varrho_1 Q_1 \,.\, \sin w \,.\, b_1^1 \\
& \qquad + P_1^2 \,.\, \sin w \,.\, a_0^{11} \\
& \quad + P_1 Q_1 \sin w \,.\, b_0^{11} + Q_1^2 \,.\, \sin w \,.\, c_0^{11} \\
& + \varrho_1^3 \left(a_0^{111} + b_0^{111} \sin w^2\right) + \varrho_1^2 \,.\, P_1 \left(a_1^{11} + c_1^{11} \,.\, \sin w^2\right) \\
& \qquad + \varrho_1^2 \,.\, Q_1 \left(b_1^{11} + d_1^{11} \,.\, \sin w^2\right) \\
& \quad + \varrho_1 P_1^2 \left(a_{11}^1 + d_{11}^1 \sin w^2\right) + \varrho_1 P_1 Q_1 \left(b_{11}^1 + c_{11}^1 \sin w^2\right) \\
& \qquad + \varrho_1 Q_1^2 \left(c_{11}^1 + f_{11}^1 \sin w^2\right) \\
& \quad + P_1^3 \left(a_{111}^0 + c_{111}^0 \sin w^2\right) + P_1^2 Q_1 \left(b_{111}^0 + f_{111}^0 \sin w^2\right) \\
& \quad + P_1 Q_1^2 \left(c_{111}^0 + g_{111}^0 \sin w^2\right) + Q_1^3 \left(d_{111}^0 + h_{111}^0 \sin w^2\right) \\
& + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}$$

$$
+ r . \left\{
\begin{array}{l}
+ a^{I}_{0} + 2\varrho_1 . \sin w . a^{II}_{0} + P_1 . \sin w . a^{I}_{1} \\
\qquad\qquad\qquad\qquad + Q_1 . \sin w . b^{I}_{1} \\
+ 3\varrho_1^2 . \left(a^{III}_{0} + b^{III}_{0} . \sin w^2\right) \\
+ 2\varrho_1 P_1 \left(a^{II}_{1} + c^{II}_{1} \sin w^2\right) + 2\varrho_1 Q_1 \left(b^{II}_{1} + d^{II}_{1} \sin w^2\right) \\
+ P_1^2 \left(a^{I}_{II} + d^{I}_{II} \sin w^2\right) + P_1 Q_1 \left(b^{I}_{II} + e^{I}_{II} \sin w^2\right) \\
\qquad\qquad\qquad\qquad + Q_1^2 \left(c^{I}_{II} + f^{I}_{II} \sin w^2\right) \\
+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{array}
\right.
$$

$$
+ p . \left\{
\begin{array}{l}
+ a^{0}_{1} + \varrho_1 . \sin w . a^{I}_{1} + 2P_1 . \sin w . a^{II}_{0} \\
\qquad\qquad\qquad\qquad + Q_1 . \sin w . b^{II}_{0} \\
+ \varrho_1^2 \left(a^{II}_{1} + c^{II}_{1} \sin w^2\right) + 2\varrho_1 P_1 \left(a^{I}_{II} + d^{I}_{II} \sin w^2\right) \\
\qquad\qquad\qquad + \varrho_1 Q_1 \left(b^{I}_{II} + e^{I}_{II} \sin w^2\right) \\
+ 3P_1^2 \left(a^{0}_{III} + e^{0}_{III} \sin w^2\right) \\
\qquad\qquad + 2P_1 Q_1 \left(b^{0}_{III} + f^{0}_{III} \sin w^2\right) \\
\qquad\qquad\qquad + Q_1^2 \left(c^{0} + g^{0}_{III} \sin w^2\right) \\
+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{array}
\right.
$$

$$+ q \cdot \left\{ \begin{aligned} & + b^{0}_{1} + \varrho_{1} \,.\, \sin w \,.\, b^{1}_{1} + P_{1} \,.\, \sin w \,.\, b^{11}_{0} \\ & \qquad\qquad + 2Q_{1} \,.\, \sin w \,.\, c^{11}_{0} \\ & + \varrho^{2}_{1} \left(b^{11}_{1} + d^{11}_{1} \sin w^{2}\right) + \varrho_{1} P_{1} \left(b^{1}_{11} + c^{1}_{11} \sin w^{2}\right) \\ & \qquad\qquad + 2\varrho_{1} Q_{1} \left(c^{1}_{11} + f^{1}_{11} \sin w^{2}\right) \\ & + P^{2}_{1} \left(b^{0}_{111} + f^{0}_{111} \sin w^{2}\right) + 2P_{1} Q_{1} \left(c^{0}_{111} + g^{0}_{111} \sin w^{2}\right) \\ & \qquad\qquad + 3Q^{2}_{1} \left(d^{0}_{111} + h^{0}_{111} \sin w^{2}\right) \\ & + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned} \right. \qquad (111)$$

Bezeichnet man nun Alles in dem vorigen Ausdrucke, was weder r, noch p, noch q als Factor bei sich hat, mit K, dagegen das bei r in den Klammern Befindliche mit L, das bei p in den Klammern Befindliche mit M und endlich das bei q Befindliche mit N, so hat man

$$\zeta = K + L \,.\, r + M \,.\, p + N \,.\, q \qquad (112)$$

Sind sodann für mehrere Elevationen w^{1}, w^{11}, w^{111} u. s. w., mit denen man bei einerlei Geschütz, Geschoß und Ladung geschossen hat, die correspondirenden Werthe von ζ, K, L, M, N dergestalt gegeben, daß man eine hinreichende Anzahl von Gleichungen

$$\begin{aligned} \zeta^{1} &= K^{1} + L^{1} \,.\, r + M^{1} \,.\, p + N^{1} \,.\, q \\ \zeta^{11} &= K^{11} + L^{11} \,.\, r + M^{11} \,.\, p + N^{11} \,.\, q \\ \zeta^{111} &= K^{111} + L^{111} \,.\, r + M^{111} \,.\, p + N^{111} \,.\, q \end{aligned}$$

. . . . u. s. w. . . . .

hat, so kann man mittelst der Methode der kleinsten Quadrate die besten Zifferwerthe von r, p, q ermitteln und diese Operation in der bekannten Weise wiederholen, bis man die Werthe von ϱ, P und Q scharf genug hat.

Für Schußweiten von großer Ausdehnung wird man vielleicht den Ausdruck (60) für die ablenkende Kraft f erweitern und etwa $f = D + \frac{E}{v^2} + \frac{L}{v^4}$ setzen müssen.

---

c. Einige vorsorgliche Bemerkungen.

142. Es kann nicht oft und nicht dringend genug vor der gewöhnlichen Methode des Integrirens in Reihen gewarnt werden, nach welcher diese letzteren nach steigenden Potenzen des Urvariabeln geordnet werden. Zwei Hauptübelstände sind damit verbunden.

Erstens kommen namentlich in dem vorliegenden Falle allgemeine Zahlensymbole vor, (die Constanten, welche sich auf den Einfluß der Umdrehung beziehen), deren Ziffernwerthe für jede besondere Combination von Geschütz, Geschoß und Ladung gar nicht anders als durch eigens dazu angestellte Schießversuche ermittelt werden können. Alsdann sind die horizontalen Schußweiten, d. h. die Ziffernwerthe des Urvariabeln gegeben und jene Constanten die gesuchten Größen. Hat man nun den Ausdruck für die Ordinaten der Bahn nach Potenzen des Urvariabeln geordnet, so erscheinen jene Constanten in diesem Ausdruck so vielfach und so ohne Ende in den verschiedensten Potenzen und Producten zerstreut, daß ihre Auswerthung in Ziffern in den überwiegend meisten Fällen so gut wie ganz unmöglich sein wird.

Wenn man indessen demungeachtet durch irgend welche beliebige andere Mittel (von denen ich mir aber wirklich keine Vorstellung machen kann) dazu gelangt wäre, die Ziffernwerthe jener Constanten zu finden, so würden die Reihen, welche nach Potenzen des Urvariabeln geordnet sind, dennoch immer nur für verhältnißmäßig ziemlich kleine Schußweiten brauchbar sein, für einigermaaßen große Ziffernwerthe derselben aber wegen gänzlich mangelnder oder mindestens unzureichender Convergenz meistens ganz unbrauchbar sein. Ich habe diese Angelegenheit zwar in derjenigen Abhandlung, deren Titel in Nr. 129 angeführt ist, sehr ausführlich erörtert. Indessen wird es

nichts Ueberflüssiges sein, wenn ich die Richtigkeit der vorangeführten Behauptung hier an einigen einschlägigen Beispielen noch bestimmt nachweise.

Um diesen Nachweis recht übersichtlich zu machen, will ich die Umstände so einfach als irgend möglich annehmen. Ich will also voraussetzen, man habe in horizontaler Richtung geschossen, so daß also der Elevationswinkel w gleich Null wird. Ferner will ich annehmen, die Einwirkung der Schwere sei Null, so daß also das Geschoß, wenn eine Einwirkung der Umdrehung nicht statt hätte, eine gerade Linie beschreiben würde, und eine Krümmung der Bahn nur durch die eben genannte Einwirkung der Umdrehung bewirkt wird. Endlich will ich der Einfachheit wegen und ausnahmsweise noch voraussetzen, daß der Ziffernwerth der ablenkenden Kraft, welche durch die Umdrehung hervorgebracht wird, constant sei.

Unter diesen Umständen hat man also beispielsweise in dem Ausdruck für die Bahnordinate y, welcher im 29. Bande des „Archivs", Seite 100 unter der Nr. 7 aufgeführt ist, die Symbole

des Elevationswinkels γ und

der Beschleunigung der Schwere g

gleich Null zu setzen. Sodaann ergiebt sich:

$$y = -\frac{x^2}{2c^2}\,.\,R - \frac{x^3}{3c^3}\,.\,RL - x^4\,.\left[\frac{RL^2}{6c^2} + \frac{R^3}{8c^6}\right]$$
$$- x^5\,.\left[\frac{4RL^3}{60c^2} + \frac{19R^3L}{60c^6}\right] - \;.\;.\;.\; \quad (113)$$

wo y, x und c dasselbe bedeuten, wie in Nr. 119 der vorliegenden Abhandlung, während

R dasselbe ist, wie hier $-f = -F_1\,.\,\frac{c^2}{k^2}$,

siehe Nr. (62) für $G = o$ nach den obigen Voraussetzungen, und wo

2L dasselbe bedeutet, wie bei mir $\frac{1}{k}$.

Danach ergiebt sich also mittelst (63)

$$R = -P\,.\,\frac{c^2}{k} = -P\,.\,c^2\,.\,2L.$$

Hiebei muß ich noch bevorworten, daß in dem eingeklammerten Coefficienten von x^5 im ersten Gliede im Zähler im Originale statt der hier vorhandenen Ziffer 4 eine 7 steht. Diese 7 ist aber ein Rechen- oder ein Druckfehler. Um den Vergleich der Reihe (113) mit der hier gegebenen Auflösung möglichst bequem zu machen, hat man noch für y und x die Bezeichnungen ζ und z einzuführen. Multiplicirt man die Gleichung (113) zu diesem Behuf mit 2L, beachtet, daß

$$2Ly = \frac{y}{k} = \zeta, \qquad 2Lx = \frac{x}{k} = z, \qquad R = -P \cdot c^2 \cdot 2L,$$

so erhält man nach gehöriger Reduction

$$\zeta = \frac{1}{2} z^2 . P + \frac{1}{6} z^3 . P + \frac{1}{24} z^4 \left(P + 3P^3\right)$$
$$+ \frac{1}{120} z^5 \left(P + 19P^3\right) + \ldots\ldots \quad (114)$$

Nehmen wir nun als Beispiel an, es sei

$$k = \frac{1}{2L} = 414{,}43 \text{ Schritt}$$

die Anfangsgeschwindigkeit $c = 1097{,}8$ Fuß $= 457{,}42$ Schritt,
und $R = -2{,}2929$ Fuß $= -0{,}955375$ Schritt
und man wolle für diese Data die Abweichung des Geschosses $y = \zeta . k$ von seiner ursprünglichen Richtung in der horizontalen Entfernung von $x = 1000$ Schritt ermitteln. Dann hat man

$$\log k = \log \frac{1}{2L} = 2{,}61745$$

$$z = 2{,}41300$$

$$\log P = 0{,}41665 - 3$$

und, wenn man die Ziffernwerthe der einzelnen Glieder der Reihe (114), wie sie sich durch die Potenzen von z ergeben, gesondert hinschreibt,

$$\begin{aligned} \zeta = &+ 0{,}007\,5986 \\ &+ 0{,}006\,1118 \\ &+ 0{,}003\,6870 \\ &+ 0{,}001\,7793 \end{aligned}$$

ein Resultat, was seiner geringen Convergenz wegen, offenbar geradezu unbrauchbar ist.

143. Setzt man dagegen in der Formel (66) in Nr. 122 den Winkel w und die Schwere g, also auch das davon abhängige $\varrho = o$, wie man es in (113) gethan hat, so kommt:

$$\zeta = P \,.\, \left(e^{z} - 1 - z\right)$$
$$+ P^3 \,.\, \left(\frac{7}{36}e^{3z} - e^{2z} + \frac{1}{2}ze^{z} + \frac{5}{4}e^{z} - \frac{1}{3}z - \frac{4}{9}\right)$$
$$+ P^5 \,.\, (\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots)$$
$$+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

und dann

$$e^{z} - 1 - z = + 7{,}7544$$
$$\frac{7}{36}e^{3z} - e^{2z} + \frac{1}{2}ze^{z} + \frac{5}{4}e^{z} - \frac{1}{3}z - \frac{9}{4} = - 142{,}1391.$$

Diese Ausdrücke an sich bilden also in ihren Ziffernwerthen keineswegs eine convergente Reihe. Da aber

$$P = 0{,}026\ 1006$$
$$\text{und } P^3 = 0{,}000\ 0001\ 7781$$
$$\text{so wie } P^5 = 0{,}000\ 0000\ 0000\ 0121$$
$$\text{u. s. w.,}$$

so wird durch diese reißend schnelle Abnahme der Ziffernwerthe der Potenzen von P der Nachtheil der Zunahme der Ziffernwerthe ihrer von z abhängigen Factoren mehr als aufgewogen, und man erhält für den Ziffernwerth von ζ den nachstehenden sehr convergenten Ausdruck;

$$\zeta = + 0{,}020\ 2395$$
$$+ 0{,}000\ 0025$$
$$+ 0{,}000\ 0000$$
$$\ldots\ldots\ldots$$

144. Ganz dasselbe zeigt sich natürlich auch schon bei dem gewöhnlichen ballistischen Problem, wo von einem Einfluß der Umdrehung nicht die Rede sein kann. Setzt man, um einen recht einfachen

Ausdruck zu erlangen, den Elevationswinkel $w = o$, so hat man also eine Geschoßbahn, deren anfängliche Richtung horizontal ist, und welche von da ab sich immer mehr abwärts biegt. Beachtet man, daß $\varrho = \frac{gk}{c^2}$, so ist

$$\begin{aligned}\zeta = &- \frac{z^2}{2} \cdot \varrho \\ &- \frac{z^3}{6} \cdot \varrho \\ &- \frac{z^4}{24} \cdot \varrho \\ &- \frac{z^5}{120} (\varrho + \varrho^3) \\ &- \frac{z^6}{720} (\varrho + 7\varrho^3) \\ &- \frac{z^7}{5040} (\varrho + 32\varrho^3 - 3\varrho^5) \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots \text{ u. s. w.}\end{aligned}$$

Nimmt man nun dieselben k, c und x, wie in der vorigen Nummer, so hat man

$$\begin{aligned}z &= 2{,}4130 \\ \varrho &= 0{,}027\ 6350 \\ \varrho^3 &= 0{,}000\ 0171\ 55 \\ \varrho^5 &= 0{,}000\ 0000\ 1411 \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{und } \zeta = &- 0{,}075\ 083 \\ &- 0{,}060\ 392 \\ &- 0{,}036\ 432 \\ &- 0{,}018\ 851 \\ &- 0{,}007\ 609 \\ &- 0{,}002\ 116 \\ &- \ldots\ldots\end{aligned}$$

eine Reihe, die augenscheinlich sehr schlecht convergirt.

Benutzt man dagegen den nach Potenzen von ϱ geordneten Ausdruck für ζ, so hat man

$$
\begin{aligned}
\zeta = & -\varrho \,.\, \left(e^{z} - 1 - z\right) \\
& - \varrho^{3} \,.\, \left(\frac{1}{36}e^{3z} - \frac{1}{4}e^{2z} + \frac{1}{2}ze^{z} - \frac{1}{4}e^{z} + \frac{1}{6}z + \frac{17}{36}\right) \\
& - \varrho^{5} \,.\, \left[\frac{1}{1200}e^{5z} - \frac{5}{288}e^{4z} + e^{3z}\left(\frac{1}{24}z + \frac{5}{144}\right) + e^{2z}\left(-\frac{1}{4}z + \frac{7}{24}\right) + e^{z}\left(\frac{1}{8}z^{2} - \frac{5}{12}z + \frac{1}{9}\right) - \frac{13}{120}z - \frac{3031}{7200}\right] \\
& - \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.
\end{aligned}
$$

und alsdann die Ziffernwerthe der eingeklammerten Functionen von z,

des Factor von ϱ , $\quad + 7{,}7544$

des Factor von ϱ^{3}, $\quad + 19{,}0612$

des Factor von ϱ^{5}, $\quad + 18{,}7006$

sowie auch

$$
\begin{aligned}
\varrho &= 0{,}027\ 6350 \\
\varrho^{3} &= 0{,}000\ 0171\ 55 \\
\varrho^{5} &= 0{,}000\ 0000\ 1141 \\
&.\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .
\end{aligned}
$$

und mithin

$$
\begin{aligned}
\zeta = & - 0{,}199\ 9902 \\
& - 0{,}000\ 3269 \\
& - 0{,}000\ 0002 \\
& - \;.\;.\;.\;.\;.
\end{aligned}
$$

eine Reihe von augenfällig reißender Convergenz.

Diese Beispiele werden wohl genügen, um das Gesagte zu bestätigen. In vielen Fällen wird schon das erste Glied allein ausreichen.

145. Ferner ist ein Umstand in Erinnerung zu bringen, der auf den ersten Blick ziemlich trivial erscheinen kann, der aber, im richtigen Lichte betrachtet, keineswegs unwichtig ist. Es ist nämlich von der

Einführung angemessener und zweckmäßiger Bezeichnungen für die in der Aufgabe und ihren Auflösungen vorkommenden Größen die Rede. So kommen in der Formel Nr. 7. für y auf Seite 100 im 29sten Bande dieses Archivs außer den Variabeln y und x noch die Größen

$$2L,\ g,\ c,\ R,\ \text{tang}\ \gamma,\ \sin\gamma \text{ und } \cos\gamma \qquad (115.\ a)$$

vor, sieben verschiedene Zeichen.

Führt man dagegen folgende Bezeichnungen ein:

$$2Ly = \zeta, \qquad \frac{2Lx}{\cos\gamma} = z, \qquad g = \varrho \cdot c^2 \cdot 2L,$$

$$R = -P \cdot c^2 \cdot 2L \cdot \cos\gamma,$$

und reducirt gehörig, so verwandelt sich die oben bezeichnete Formel Nr. 7 für y dergestalt, daß darin außer den Variabeln ζ und z nur noch die Zeichen:

$$\varrho,\ P \text{ und } \sin\gamma \quad \ldots\ldots \quad (115.\ b.)$$

vorkommen und daß mithin die sieben verschiedenen Zeichen in (115) auf nur drei, nämlich auf die unter (115. b) zurück geführt sind.

Es bedarf gar keiner Erörterung, wie sehr durch eine solche Vereinfachung die Formeln an Einfachheit, Klarheit, Uebersicht und an Leichtigkeit der Auswerthung in Ziffern gewinnen und es erregt eine gerechte Befremdung, wenn man selbst in den mit so großem Pomp angekündigten einschlägigen Arbeiten eines Mathematiker vom Fach, des Professors Français (siehe Mémoire sur la balistique, par Isid. Didion von Seite 743 bis Seite 748) dieser wichtigen Rücksicht nicht die mit Recht zu fordernde Aufmerksamkeit zugewendet sieht. Es dürfte nicht schwer sein, die Behauptung durchzuführen, daß Formeln, die mit den in Nr. 142 bis hieher aufgeführten Mängeln behaftet sind, niemals im Ernst und zu wirklichen Anwendungen benutzt worden sind. Denn wäre dies geschehen, so hätten beim ersten Versuche dazu die vorbezeichneten Uebelstände bemerkt werden müssen.

146. Es ist längst bemerkt worden und außer Zweifel, daß die anfängliche Flugrichtung des Geschosses selten mit der Richtung der Seelenaxe zusammenfällt. Es leuchtet ein, daß die Richtigkeit der Rechnungsresultate sehr beeinträchtigt werden muß, wenn man

auf jenen Umstand keine Rücksicht nimmt, wogegen sich eine Menge von Widersprüchen mit unerwarteter Leichtigkeit aufklären, wenn man darauf achtet und die wirklich statt gehabte mittlere Abweichung der anfänglichen Flugrichtung von der Richtung der Seelenaxe jedesmal sorgfältig ermittelt und gehörig in Rechnung stellt. Bei einem näheren und thatsächlichen Eingehen auf die Sache wird mau zu dem überraschenden Resultat gelangen, daß selbst bei gezogenen Waffen eine solche Abweichung statt hat.

Wie man sich bei diesen Ermittelungen zu verhalten habe, um zuverlässige Resultate zu erlangen, ist nur mittelst einer längeren Auseinandersetzung darzulegen, auf welche ich für dieses Mal nicht eingehen kann. Sie mag daher einer andern Gelegenheit vorbehalten bleiben.

---

d. Ueber die weitere Fortführung des vorliegenden Problems.

147. Es lohnt sich wohl der Mühe, etwas darüber zu sagen, welche Schritte zu thun, welche Maaßregeln zu treffen sind, wenn man das vorliegende Problem weiter fortführen will, und welche Hauptrücksichten man dabei zu nehmen hat. Schreiber dieses hat alle Ursach, die Nachsicht des geneigten Lesers für den nachfolgenden Versuch in Anspruch zu nehmen. Jedenfalls kann ich mit gutem Grunde sagen, daß das, was ich vorzubringen haben werde, seit mehr als 25 Jahren von mir wiederholt und auf das Sorgfältigste überlegt und durchdacht worden ist.

Es handelt sich bei dieser ganzen Angelegenhezt im Großen Ganzen hauptsächlich um dreierlei Dinge nämlich:

A um die Ermittelung der wirksamen Kräfte und um die Ermittelung der mathematischen Form derjenigen Gesetze, welche sie bei ihrer Wirkung befolgen, ferner

B um die Bildung der Ansatzgleichungen für die Bewegung des jedesmal in Rede stehenden Körpers, und endlich

C um die Integration dieser Ansatzgleichungen.

Wir wollen diese Punkte theils einzeln, theils in ihrem gegenseitigen Einflusse und den daraus entstehenden Verwickelungen betrachten.

148. So lange noch nicht von einer Umdrehung des Geschosses und von dem Einfluß derselben auf dessen Bahn die Rede war, so lange man also noch annehmen durfte, daß in jedem einzelnen bestimmten Augenblicke alle Elemente der Oberfläche des Geschosses eine nach Richtung und Größe durchweg gleiche Geschwindigkeit hatten und zwar sämmtlich übereinstimmend mit der des Schwerpunktes, war die Ermittelung des Luftwiderstandsgesetzes, auf welche es hiebei ankam, eine verhältnißmäßig einfache Sache.

Und dennoch ist auch diese Aufgabe noch nicht in streng wissenschaftlicher Form gelöset worden.

Wer sich über den historischen Verlauf der desfallsigen Bemühungen gründlich unterrichten will, muß im Zehnten Bande des Gehler-schen physikalischen Wörterbuchs (Seite 1723 bis 1860) den Artikel „Widerstand" und in dem Fünften Bande des **Mémorial de l'artillerie (publié à Paris en 1842)** (Seite 87 bis 280) den einschlägigen vortrefflichen Aufsatz vom Oberst Duchemin lesen. Alle daselbst erörterten Versuche, das in Rede stehende Gesetz zu ermitteln, greifen, wie man sich beim Lesen bald überzeugen wird, zu mehr oder weniger gewaltsamen willkührlichen Voraussetzungen, bei denen es zwar auf den ganz anerkennenswerthen Zweck abgesehen ist, die gesuchte Lösung möglichst einfach, wenn nicht überhaupt nur möglich zu machen, die aber eben wegen ihrer durch nichts gerechtfertigten Willkühr begreiflicherweise gar keine Gewähr für die Richtigkeit der daraus hervorgegangenen Lösungen leisten können. Poisson spricht sich in seinen: **recherches sur le mouvement des projectiles, Paris 1839**, Seite 2 und 3 folgendergestalt hierüber aus:

„Um das Gesetz des Widerstandes, welchen ein Körper bei seiner Bewegung in einem Fluidum erleidet, direct und ohne irgend eine Hypothese zu bestimmen, müßte man gleichzeitig nicht bloß diese Bewegung, sondern auch diejenige betrachten, welche der Körper dem Fluidum mittheilt. In Folge dieser doppelten Bewegung übt das Fluidum in jedem Augenblick auf

jeden Punkt des bewegten Körpers und in einer Richtung normal auf dessen Oberfläche einen gewissen Druck aus. Dieser Druck, verschieden von dem, welcher in dem Zustande der Ruhe statt hat, ergiebt den eigentlich so genannten Widerstand."

Diese Aufgabe nun für jede beliebig große Geschwindigkeit zu lösen, hat Poisson nicht unternommen; er hat sich darauf beschränkt, die:

„gleichzeitigen Bewegungen des Pendels und der dasselbe umgebenden Luft"

zu bestimmen, wobei er natürlich nur mit ganz kleinen Geschwindigkeiten zu thun hat. Dagegen hat er in derjenigen Abhandlung, welche ich in Nr. 10 der ersten Lieferung dieser: „Hilfsmittel u. s. w." bezeichnet habe, genau alle diejenigen Ansatzgleichungen entwickelt und gegeben oder mindestens deutlich darauf hingewiesen, deren es in diesem Falle bedarf. Wir wollen dieselben hier aufzählen. Dabei ist von vorn herein bemerklich zu machen, daß Poisson's Gleichungen sich auf den allgemeinsten Fall beziehen, wenn außer den Wirkungen der theilweis zusammengedrückten Luft, wie man sie bisher im Auge gehabt hat, auch noch die Molekularwirkungen in Rechnung gestellt werden, welche erweislich zwischen der Oberfläche des Geschosses und den Partikelchen der zunächst angrenzenden Luftschicht einerseits und zwischen den Luftpartikelchen selbst andrerseits statt finden.

Da indessen in den bezüglichen Ansatzgleichungen der Einfluß der Molekularkräfte durch irgend welche bestimmte Symbole (Buchstaben) vertreten sein muß, und da man der Natur der Sache nach auf das gewöhnlich und bisher angenommene Verhältniß zurückkommen muß, wenn man von den Molekularkräften absieht, so müssen aus den von Poisson gegebenen allgemeineren Gleichungen sofort die hier geforderten hervorgehen, sobald man in jenen diejenigen Symbole gleich Null setzt, welche sich auf die Molekularkräfte beziehen.

149. Die Poissonsche Abhandlung ist betitelt:

Mémoire sur les équations générales de l'équilibre et du mouvement des corps solides élastiques et des fluides,

und ist in dem journal de l'ecole polytechnique, vingtieme Cahier, Tome XIII. enthalten. Sie ist der Academie der Wissenschaften zu Paris am 12. October 1829 überreicht. In meiner

zweiten Fortsetzung der Bemerkungen über den Einfluß der Umdrehung ꝛc. Neiße 1847

habe ich eine Uebersetzung davon geliefert.

Poisson unterscheidet zwei Fälle. Erstlich den, wenn die Bewegungen der Luftmoleküle so langsam sind, daß sich durch die Strahlung in jedem Augenblicke diejenige Temperatur herstellt, welche stattfinden würde, wenn sie in Ruhe wären. Zweitens aber den, wenn die Vibration der Moleküle des Fluidums und mithin auch die damit verbundenen Verdichtungen und Verdünnungen so schnell vor sich gehen, daß während ihrer Dauer jeder Theil des Fluidums nur einen unmerklichen Verlust an Wärme erleidet, wie man dies z. B. in Betreff derjenigen Bewegungen der Luft voraussetzt, welche den Schall erzeugen. Da in unserem Fall offenbar der letztere Fall statt findet, indem man ja das Pfeifen und Sausen der Geschosse hört, so müssen also die für diesen Fall giltigen Ansatzgleichungen heran gezogen werden.

Die Ansatzgleichungen in dem allgemeinsten Falle, nämlich, wenn die Molekularwirkungen berücksichtigt werden sollen, sind nun die nachbezeichneten. Will man von den Molekularwirkungen absehen, so so braucht man darin nur die auf die letzteren bezüglichen Symbole gleich Null zu setzen. Da die allgemeinsten Gleichungen späterhin doch angegeben werden müßten, so ist es kürzer, es gleich hier zu thun. Sie classificiren sich in folgender Weise:

a. Fünf Differenzial-Ansatzgleichungen für die Bewegung der einzelnen Partikelchen des Fluidums, insofern letztere nicht im Bereiche der Molekular-Wirkungssphäre der Oberfläche des Geschosses sind. Es sind dies die Gleichungen (8), (10) und (17) auf den Seiten 160, 163 und 169 der Uebersetzung (respective 151, 155 und 160 des Originals).

b. Drei Differenzial-Ansatzgleichungen für die Bewegung der einzelnen Partikelchen des Fluidums, insofern letztere wirklich im Bereich der Molekular-Wirkungssphäre der Oberfläche des Geschosses sich

befinden. Diese sind unter (24) Seite 177 der Uebersetzung (und Seite 169 des Originals) gegeben.

c. Drei Gleichungen für die Drucke, welche an der Oberfläche des Geschosses stattfinden. Nämlich die Gleichungen (23) auf Seite 176 der Uebersetzung (und Seite 168 des Originals).

d. Drei Ansatzgleichungen für die fortschreitende Bewegung des Schwerpunktes des Geschosses und wenn letzteres eine Umdrehungsbewegung hat, noch andere drei Ansatzgleichungen für letztere.

e. Eine Gleichung, welche ausdrückt, daß innerhalb der Oberfläche des Geschosses überhaupt keine Luftbewegungen vor sich gehen und daß für alle Luftmoleküle, welche mit der genannten Oberfläche in unmittelbarer Berührung stehen, die Geschwindigkeit jener, zerlegt nach der Richtung des bezüglichen Kugelhalbmessers relativ in Bezug auf den Mittelpunkt der Kugel und in der Richtung von Außen nach innen, gleich Null sei. Hiebei wird noch auf eine sehr verwickelte Untersuchung über die Form der Oberfläche des leeren Raumes zunächst der nachfolgenden Luft hinter dem Geschosse für den Fall zu rücksichtigen sein, wenn die fortschreitende Geschwindigkeit des letzteren größer ist als diejenige, mit welcher die Luft in den absolut leeren Raum strömt.

f. Die Bedingungen für die gegebenen Anfangs- und für die fortwährenden Grenzzustände, und so weiter. Hierzu gehört beispielsweise, daß die Ausdrücke für die Dichtigkeit und den von der Luft ausgeübten Druck gleich Null sein müssen, für jede Entfernung von dem Mittelpunkt des Geschosses bis an seine Oberfläche hin, diese selbst jedoch ausgeschlossen; ferner, daß in jeder unendlich großen Entfernung vom Geschosse die Dichtigkeit der atmosphärischen Luft die natürliche und die Geschwindigkeit ihrer Bewegung gleich Null ist.

Von diesen sehr wichtigen Bedingungen sagt Poisson nichts.

150. Im Ganzen kommen in den vorbezeichneten Gleichungen fünf ursprüngliche Symbole vor, welche sich auf die Molekularwirkung beziehen, nemlich α, β, β', μ und ν. Die Bedeutung derselben ist ersichtlich:

für α auf Seite 155,
für β und β' auf Seite 158,
für μ auf Seite 176 und
für ν auf Seite 177

der Uebersetzung. Setzt man dieselben überall, wo sie selbst oder Complexionen von ihnen vorkommen, gleich Null, so erhält man die einfacheren Ansatzgleichungen für den Fall, wenn gar keine Molekularkräfte berücksichtigt werden. Sodann erfolgt Nachstehendes.

Die Gleichungen ad a vereinfachen sich, bleiben aber der Zahl nach zu fünf. Die drei Gleichungen ad b fallen ganz weg. Die drei Gleichungen ad c vereinfachen sich, aber bleiben. Eben so die sechs Gleichungen ad d.

Es verbleiben mithin für den einfacheren Fall, wo von den Molekularkräften abgesehen wird, noch vierzehn Differenzial-Ansatzgleichungen von etwas einfacherer Gestalt als im allgemeinsten Falle. Und diese vierzehn Ansatzgleichungen müssen gleichzeitig und unter Berücksichtigung der in e und f näher angegebenen beschränkenden Bedingungen integrirt werden. Aus dieser Integration gehen dann als Resultate sowohl ein Ausdruck für die Größe des Luftwiderstandes, als auch die erforderlichen Ausdrücke für die Bestimmung der Bahn des Geschosses und aller derjenigen Umstände hervor, welche seine Bewegung charakterisiren.

Auf diese Weise sind nun durch die Aufstellung der Gleichungen, wie sie so eben angedeutet worden ist, die beiden Geschäfte, welche in Nr. 147 unter A und B angegeben sind, gleichzeitig abgemacht und man erhält durch die darauf folgende Integration der vierzehn Differenzial-Ansatzgleichungen unter den übrigen Ergebnissen auch einen Ausdruck für das Gesetz der wirksamen Kräfte. **So war dies aber in Nr. 147 nicht gemeint.** Man dachte sich daselbst, daß die Formeln für den Luftwiderstand und für die ablenkende Kraft der Umdrehung vor dem Ansatz der eigentlichen Ansatzgleichungen schon ermittelt und vorhanden sein sollten, so daß man mit der Bildung der drei Gleichungen für die Umdrehungsbewegung unter Berücksichtigung jener Elemente das Geschäft des Ansatzes der Gleichungen beendigt und dann nur noch sechs Gleichungen gleichzeitig zu integriren hätte.

Statt dessen läuft der auf Poissons Anleitung gegründete Weg darauf hinaus, daß man nicht sechs, sondern volle vierzehn Differenzial-Ansatzgleichungen gleichzeitig integriren müßte, und dabei als Resultat und nebenbei auch das Gesetz des Luftwiderstandes in

Rücksicht auf die fortschreitende wie auf die Umdrehungsbewegung jedoch erst hinterher erhält.

Will man nun hoffen, das wahre Gesetz des Luftwiderstandes und den durch eben denselben Luftwiderstand hervorgehenden Einfluß der Umdrehung auf einem anderen Wege als dem Vorbezeichneten in einer solchen Weise erhalten zu können, daß man schon im Voraus die Ueberzeugung habe, es müsse das auf einem solchen anderen Wege erhaltene das wirklich Richtige sein? — **Eine solche Hoffnung ist ein reines Unding.** — Schon um sich die Ueberzeugung von der Richtigkeit des Gefundenen zu verschaffen, müßte man zuletzt dennoch an die gefürchtete Integration gehen, die man eben vermeiden wollte, um zu prüfen, ob das früher Gefundene auch mit dem letzteren übereinstimme.

Eine gründliche, zuverlässige und streng wissenschaftliche Lösung des in Rede stehenden Problems ist also unter der hier gemachten Voraussetzung von der Vernachlässigung der Molekularkräfte durchaus nur auf dem Wege möglich, daß man sich zu der Integration der vierzehn Ansatzgleichungen entschließt.

Das ist voraussichtlich eine horrende Arbeit.

151. Ehe man sie unternimmt, wird es gut sein, noch einen Blick auf den Fall zu werfen, wenn die Molekularkräfte nicht unbeunberücksichtigt gelassen, sondern mit in die Betrachtung gezogen werden. In diesem Falle sind die vollen siebzehn Ansatzgleichungen gegeben, welche in der Nr. 149 specificirt sind, und in ihrer vollen Verwickelung, welche die fünf Symbole, α, β, β', μ, ν ergeben, die sich auf die Wirkung der Molekularkräfte beziehen. Diese siebzehn Differenzialg-Ansatzleichungen wollen gleichzeitig integrirt sein und stellen in ihren Resultaten eine Verwickelung in Aussicht, die wahrhaft erschreckend ist. Natürlich wird man zunächst auf die Frage verfallen, ob denn auch in dem vorliegenden Falle die Molekularkräfte eine so einflußreiche Wirkung haben mögen, daß es der Mühe lohnt, darauf einzugehen.

Eine sehr einfache Thatsache antwortet entscheidend und energisch auf diese Frage. (115)

Man bringe einen geraden und sorgfältig abgedrehten Cylinder in einem ebenfalls cylindrischen und sorgfältig angefertigten Gefäße so an, daß die Axen beider Cylinder genau in einander fallen. Dieser Apparat werde so aufgestellt, daß die gemeinschaftliche Axe beider Cylinder lothrecht stehe. Man fülle das Gefäß mit irgend einer Flüssigkeit, und drehe nun mittelst einer dazu angebrachten Vorrichtung den vollen Cylinder um seine Axe, anfangs ganz langsam und dann immer schneller. Die Flüssigkeit wird nach und nach sämmtlich in Bewegung gerathen und sich nach derselben Richtung im Kreise drehen, nach welcher der volle Cylinder sich dreht. Die Bewegung fängt zuerst in den dem letzteren zunächst gelegenen Schichten der Flüssigkeit an und theilt sich nach und nach den entfernteren mit. Ganz dasselbe findet auch statt, wenn die Bewegung statt in Wasser vielmehr nur in der ruhenden Luft rotirt. Alsdann wird auch der letzteren eine rotirende Bewegung mitgetheilt, selbst wenn die Drehaxe mit der Axe des Cylinders zusammenfällt.

Diese Versuche sind entscheidend. Da vorausgesetztermaaßen die Drehaxe genau mit der Axe des Cylinders zusammenfällt, so ist gar nicht abzusehen, auf welche Weise die Oberfläche des Cylinders den angrenzenden Theilchen der Flüssigkeit eine Bewegung parallel zu jener Oberfläche sollte mittheilen können, wenn nicht die Theile der letzteren vermittelst der Molekularwirkung eine Anziehung auf die angrenzenden Theilchen der Flüssigkeit ausübten, dieselben festhielten und sie mit sich fortrissen.

Ist aber eine solche Wirkung der Molekularkräfte durch die vorbezeichneten Thatsachen außer Zweifel gesetzt, so ist ihre Berücksichtigung in dem vorliegenden Problem nicht nur gerechtfertigt, sondern unerläßlich.

Für den Fall einer gründlichen Lösung ist mithin die gleichzeitige Integration der in Nr. 149 von a bis e specifizirten siebzehn Ansatzgleichungen durchaus nicht zu umgeben. Ob die Molekularwirkungen groß genug seien, um eine so schwierige Arbeit zu lohnen, dieser Frage darf man nicht vorgreifen. Das muß man abwarten.

Da die Integration jedenfalls nur in der Form unendlicher Reihen wird erfolgen können, so muß man diese Reihen nach Potenzen und

Produkten der auf die Molekularwirkung bezüglichen Symbole α, β, β', μ, ν, in steigenden Dimensionen ordnen, ganz in der Weise, wie dies im Agfange mit der dritten Lieferung mit den Reihen für ζ, $\frac{d\zeta}{dz}$ und θ in Bezug auf die Symbole ϱ und $\sin w$ geschehen ist. In den ersten Gliedern der so gefundenen Reihen werden jene Symbole in der nullten Dimension, d. h. gar nicht vorkommen. Diese ersten Glieder werden mithin die Auflösung der Aufgabe in dem einfacheren Falle enthalten, welcher in Nr. 150 bezeichnet ist.

Die Ermittelung aller erforderlichen Ziffernwerthe für die unbestimmt gelassenen einzelnen Symbole erfolgt dann für jede einzelne Combination von Geschütz, Geschoß und Ladung auf dem gewöhnlichen Wege durch Schießversuche und durch angemessene Benutzung ihrer Resultate zu Daten für die Berechnung.

Die Abkürzungen und Erleichterungen, welche hiebei möglich sind, werden sich nur in ausführlicherer Erörterung darlegen lassen.

152. Man sieht sogleich, daß hier derselbe Umstand eintritt, wie er in Nr. 150 für den einfacheren Fall hervorgehoben ist; daß nämlich die zwei Geschäfte ad A und B der Nr. 147 wiederum zusammengefallen sind und daß bei diesem Verfahren das Gesetz der Einwirkung der Luft nicht vor der Aufstellung der Ansatzgleichungen vorhanden ist und für diese benutzt werden kann, sondern seinerseits erst neben den übrigen Auflösungen und mit diesen zugleich aus der Integration der Ansatzgleichungen hervorgeht.

Warum dieser Umstand so lästig ist, ist bereits in Nr. 150 auseinandergesetzt. Er scheint indessen für eine strenge Lösung schwer zu vermeiden.

Gehen wir nun ein wenig näher auf die bisher versuchten Erklärungsweisen für den Wirkungsmodus der Umdrehung der Geschosse ein, — nicht um sie zu spezificiren und einzeln zu besprechen, sondern — um im Allgemeinen ihr Verhältniß zu demjenigen zu erörtern, was aus den vorbezeichneten Auflösungen hervorgeht, so läßt sich auf dieselben in voller Strenge anwenden, was der Kalif Omar von der Bibliothek zu Alexandrien sagte. Entweder stimmt ihr Inhalt, dort

mit dem Koran — hier mit denjenigen nicht überein, was eine vollständige Lösung ergeben würde, dann sind sie verwerflich. Oder sie stimmen damit überein, dann sind sie unnütz. Denn durch ihre Aufstellung wird für das Geschäft der strengen Lösung nichts gewonnen, da letztere unter allen Umständen erfolgen muß, um eben die Zulässigkeit der fraglichen Separaterklärung festzustellen.

Unter diesen Umständen sieht man auch leicht ein, daß die Verwickelung des Problems durch die große Anzahl von Ansatzgleichungen nicht wohl zu umgehen ist, und namentlich darin ihren Ursprung hat, daß unter jenen Ansatzgleichungen sich auch diejenigen befinden, welche nach dem heutigen Stande der Physik diejenigen Grundelemente und ihre gegenseitige Einwirkung angeben, aus denen die gesuchten Gesetze der Einwirkung der Luft hervorgehen. Leider sind diese letzteren Gleichungen auch noch mit Gliedern behaftet, welche Symbole enthalten, die sich auf die Bewegung des Körpers beziehen, vorläufig aber noch nicht in allgemeinen Ausdrücken bekannt sind. Ließen sich diese letzteren Glieder eliminiren, dann wäre eine abgesonderte Lösung der Frage nach den Gesetzen der Lufteinwirkung möglich.

Ob und wie weit nun eine der vorbezeichneten speciellen Erklärungsweisen — wenn auch nicht der strengen mathematischen Wahrheit, so doch wenigstens — den Thatsachen der Erfahrung, so wie sie aus Schießversuchen hervorgehen, sich anschließen, das kann bis jetzt nicht beurtheilt werden, da noch niemand es unternommen hat, eine Auflösung des ballistischen Problems darauf zu begründen und auszuführen.

Am merkwürdigsten hierbei ist die Stellung Poisson's zu dieser Angelegenheit. Nachdem er schon im Jahre 1829 durch seine in Nr. 149 genannte Abhandlung die nach dem heutigen Stande der Physik besten und einleuchtendsten Ansichten über die einschlägigen mechanischen Grundkräfte bezeichnet und die Benutzung ihrer Gesetze für die betreffenden Aufgaben gelehrt hatte, sieht man ihn in seinen, 1839 erschienenen Recherches sur le mouvement des projectiles dans l'air seine eigene bessere Ansicht ignoriren. Von den vier verschiedenen Ursachen für eine Ablenkung des Geschosses, welche er in der genannten Abhandlung betrachtet, ist die erste, der Umschwung der Erde, nur von ganz unerheblichem Einfluß. Die zweite, von ihm angeführte



Ursache, nämlich eine Reibung des Geschosses an der Luft, ist unzulässig, weil einwandsfreien Versuchen zufolge die Abweichung in der Wirklichkeit genau auf die entgegengesetzte Seite von derjenigen fällt, welche die Rechnung angiebt. In dem dritten Abschnitte betrachtet Poisson den Fall, wenn das Geschoß nicht eine vollkommene Kugel ist, und in dem vierten Abschnitte, wenn das Geschoß zwar eine vollkommene Kugel ist, dabei jedoch der Schwerpunkt mit dem Mittelpunkt nicht zusammenfällt.

Daß die von Poisson herausgebrachten Rechnungsresultate völlig unzureichend sind, habe ich zu seiner Zeit ausführlich nachgewiesen. Hier ist die Bemerkung wesentlich und an ihrem Platze, daß das Mißlingen dieser seiner Arbeit in dem vollständigen Zurückgehen auf diejenige Theorie des Luftwiderstandes liegt, welche sich auf die Lehre vom Stoße gründet, daß er es sogar verschmäht hat, hiebei die Euler-d'Alembertschen hydrodynamischen Ansatzgleichungen zu benutzen, und daß er, wie gesagt, seine eigenen besseren Ansichten nicht in Anwendung gebracht hat. — Als Grund dafür kann man sich nur die Scheu vor der damit verknüpften großen Mühe denken.

153. Als Hauptergebniß aus allem diesem stellt sich, wie es mir scheint, Folgendes mit ziemlicher Zuverlässigkeit heraus:

Wenn man eine auf physikalisch möglichst richtige Grundlagen gestützte Auflösung des vorliegenden Problems beabsichtigt:

a, so nützt es nichts, von der Inspiration oder von den Ergebnissen eines artigen Experimentchens irgend eine Erklärungsweise für den Hergang bei dem Einfluß der Umdrehung zu erwarten, respective zufinden, wenn sich deren Uebereinstimmung mit den Grundansichten der in Nr. 149 bezeichneten Abhandlung nicht nachweisen läßt.

b. Nur durch ein geduldiges Eingehen auf die Integration der Poissonschen Ansatzgleichungen, welche in Nr. 149 und 150 specificirt sind, ist eine solche Auflösung erreichbar, wie sie im Eingang dieser Nummer mit fetter Schrift bezeichnet ist.

c. Arbeit und Geduld ist es also, um was es sich handelt, so wie diese Angelegenheit gegenwärtig liegt, und geistreiche Gedanken helfen nur in so fern, wenn sie zu Abkürzungen der voraussichtlich mühsamen Arbeit führen.

154. Wenn man bis auf diesen Punkt gelangt ist, so muß man sich über den persönlichen Standpunkt aufklären, von welchem aus man diese Angelegenheit betrachten will.

Entweder sieht man sie mit den Augen des wissenschaftlichen Naturforschers an, dann wird man, wenn man es mit der Sache ernstlich meint, es verschmähen, Arbeiten dafür vorzunehmen, die vielleicht den Layen blenden können, die aber bei Licht besehen, die Sache nicht fördern. Man wird alsdannn sich klar machen, daß der Physiker in diesem Augenblicke gar nichts in dieser Angelegenheit zu thun findet, sondern nur der Mathematiker, und daß der Physiker erst dann wieder einzutreten hat, wenn jener mit seinem Geschäft fertig ist, und alsdann auch zu keinem anderen Zweck, als um diejenigen Versuche anzuordnen und auszuführen, welche zur Bestimmung der Ziffernwerthe der betreffenden Constanten erforderlich sind. Ob das Geschäft des Mathematikers ein mühsames und zeitraubendes ist, darauf kann es hierbei um so weniger ankommen, als das zu erringende Ziel durchaus um keinen geringeren Preis zu erreichen ist. Hier hilft nichts als Kraft, Ausdauer und Geduld. Wer diese nicht hat, muß seine Hände von dieser Sache entfernt halten.

Anders stellt es sich, wenn man sich in einer Berufsstellung befindet, für welche die in Rede stehende Aufgabe und eine richtige Auflösung derselben nicht als wissenschaftlicher Zweck an sich, sondern nur als Mittel für die praktischen Zwecke des vorausgesetzten Berufs dienen soll, dergestalt, daß es sich nur um angemessene Mittel handelt, in vorkommenden Fällen nach den jedesmaligen Umständen die für den jedesmal vorliegenden Zweck angemessensten praktischen Maaßregeln zu treffen. In einer solchen Lage befindet sich der Artillerist, wenn er — auf Befehl oder aus Neigung — für ein gegebenes Geschütz und Geschoß die beste Erhöhung oder die beste Ladung oder die beste Combination von beiden in Bezug auf die gegebene Schußweite oder in Bezug auf die verlangte Endgeschwindigkeit im Voraus ermitteln und zum bequemen Ernstgebrauch in Tafeln zusammenstellen will. Diesem Artilleristen, bloß als solchem, kann es dann sehr gleichgiltig sein, ob die ihm zum Gebrauch gegebenen Formeln mit den wissenschaftlich streng richtigen, — wenn sie schon gefunden wären — übereinstimmen oder nicht. Ihn interessirt nichts

weiter, als ob die ihm übergebenen Formeln in Bezug auf hinreichend angenäherte Uebereinstimmung zwischen den aus den Rechnungen gefolgerten nöthigen Maaßregeln und den in der Wirklichkeit daraus sich ergebenden Thatsachen seinen praktischen Zwecken genügen. Thun sie dies, so sind sie ihm — als Praktiker — genau eben so lieb, wie die aus den sublimsten Theorien hergeleiteten.

Dagegen wird zwischen dem eigentlichen Naturforscher und dem Praktiker außerdem noch der wesentliche Unterschied statt finden, daß der letztere — im Gegensatze zu der ausdauernden Geduld des ersteren — und gedrängt durch die praktischen Forderungen seines Berufs die ihm erforderlichen Formeln mit Ungeduld erwartet und sie nicht schnell genug in die Hände bekommen kann.

In diesem Falle nun handelt es sich darum, zu erwägen, ob es nicht irgend Mittel giebt, die Nothwendigkeit der zeitraubenden strengwissenschaftlichen Auflösung — für deren Erlangung der Termin gar nicht abzusehen — zu umgehen, und statt ihrer Verfahrungsweisen aufzufinden, durch deren Anwendung den bescheidenen Forderungen des Praktikers bis dahin Genüge geleistet werden kann, daß die richtigen Lösungen vorhanden sind. Solche Bestrebungen stellen den Werth der letzteren und die Verdienstlichkeit der desfallsigen Bemühungen durchaus nicht in Abrede, sie gehen nur auf das gewiß nicht zu mißbilligende Bestreben hinaus; den Forderungen der Gegenwart angemessen zu genügen.

155. Genau dieses ist der Standpunkt, von welchem aus ich die vorliegende Angelegenheit in der gegenwärtigen Abhandlung betrachtet habe. Ich habe auf dem Wege rationeller Empyrie Formeln für die Geschoßbahn gefunden, von denen die in der ersten Lieferung dieser Abhandlung enthaltenen sich seitdem in sehr zahlreichen Anwendungen bereits auf das Befriedigendste bewährt haben, und zwar nicht bloß in den dort angegebenen Beispielen, sondern auch in mehreren anderen intikraten Fällen, deren Resultate nicht für die Oeffentlichkeit bestimmt sind.

Das Wesen des von mir angewendeten Verfahrens wird aus den angeführten Beispielen und den sie begleitenden Erörterungen hinreichend einleuchten. Eine ausführlichere Besprechung und eine motivirte Darlegung der zu befolgenden Maximen muß ich einer anderen Gelegenheit vorbehalten.

e. Schluß.

156. Das nachbenannte Werk:

Revue de technologie militaire. Par Delobel, Lieutenant-Colonel, Directeur de l'école Pyrotechnique de Belgique. Tome I. 1854. Liège,

enthält eine Abhandlung des Belgischen Artillerie-Oberst Herrn Bormann, in welcher mehrere Angaben vorkommen, die augenscheinlich auf Mißverständnissen beruhen. Es ist mir wünschenswerth, letztere aufzuklären und ich will dies versuchen.

Der Herr Oberst Bormann sagt Seite 443 und 444 wörtlich:

„Jedenfalls steht es fest, daß die (in Rede stehende) Frage in der Preußischen Artillerie nicht eher auf ihren richtigen Standpunkt gestellt worden ist, als nachdem letztere von den Resultaten der Belgischen Versuche des Jahres 1838 Kenntniß erhalten hatte. Den Beweis dafür finde ich in den beiden Abhandlungen des M. Otto über die Umdrehungsangelegenheit, welche derselbe 1840 und 1843 veröffentlicht hat. — — — — — In der ersten dieser Abhandlungen gründet dieser Offizier seine Rechnungen auf Poissons Hypothese der Luftreibung, während er in der zweiten die Ergebnisse der Belgischen Versuche von 1838 in Betracht zieht, von denen er nach seiner Angabe durch das Werk des Oberst Timmerhans Kenntniß erhalten hat und nun zu richtigen Folgerungen gelangt, welche jedoch denen seiner früheren Schrift entgegengesetzt sind. — — — — — — M. Otto hat seitdem mehrere andere Abhandlungen über den Einfluß der Umdrehung geschrieben, namentlich diejenige, welche er bei Gelegenheit der Schwedischen Versuche des Jahres 1844 mit equilibrirten Granaten veröffentlichte und wo er, sehr mit Unrecht, die Aeußerung vorausschickt,

daß diese Versuche der fraglichen Angelegenheit eine neue Grundlage gegeben haben — (que ces expériences ont donné une nouvelle base à la question).

Ich sage: sehr mit Unrecht — denn aus der Uebersetzung, welche er selbst von dem Bericht über eben diese Versuche wieder giebt, geht hervor, daß sie nur eine Wiederholung der in Belgien im Jahr 1838 gemachten sind, und daß sie daher

einen neuen Fortschritt in dem Studium dieser Frage nicht ergeben (constituer) können."

157. So weit hiebei die Preußische Artillerie im Allgemeinen genannt ist, so kann ich über diese Angelegenheit nur Folgendes sagen:

a. Die erste theoretische Untersuchung von einiger Bedeutung, welche über diesen Gegenstand von einem Preußischen Artillerie-Offizier verfaßt worden ist, ist die im Jahre 1830 zusammengestellte meines theuren verstorbenen Freundes, des Hauptmann Calow, von welcher ich den wesentlichsten Inhalt im Auszuge in meinen: „Bemerkungen über den Einfluß der Umdrehung u. s. w. Berlin 1843" gegeben habe.

b. In dieser Angelegenheit, wie in so vielen anderen, ist die Praxis der Theorie vorangegangen und die Theorie ist erst hinter der Erfahrung hergehinkt.

c. In Bezug auf Alles Thatsächliche in dieser Angelegenheit befand sich letztere in der Preußischen Artillerie zur Zeit der Abfassung jener Arbeit bereits auf dem richtigen Standpunkte, so daß schon damals die erst im Jahre 1838 in Belgien abgehaltenen Versuche an diesem Standpunkte nichts zu bessern im Stande gewesen sein würden.

Die Zeit wird, wenn es nöthig ist, diese meine Behauptung bestätigen.

158. Was sodann den Antheil anbetrifft, den ich bei der theoretischen Erörterung dieser Angelegenheit persönlich gehabt habe und diejenigen Aeußerungen der Nr. 156, welche sich darauf beziehen, so habe ich hierüber Folgendes zu sagen:

a. Es ist richtig, daß ich in meiner in der vorigen Nummer genannten Abhandlung auf Seite 2 mich auf diejenigen Angaben über einschlägige thatsächliche Erfahrungen bezogen habe, welche in dem

„Essai d'un traité d'artillerie par **Timmerhans**. Tome II., pag. 113 und 114 enthalten sind. Allein dies ist nicht deshalb geschehen, weil ich durch jene Angaben etwas Thatsächliches erfahren und kennen gelernt hätte, was mir neu und bis dahin unbekannt gewesen wäre, sondern vielmehr nur deshalb, weil es mir als die erste mir bekannt gewordene öffentliche Aeußerung über diese Angelegenheit eine erwünschte Gelegenheit gab, genau und in eindringlicher Weise die Erscheinungen zu bezeichnen, von denen ich sprechen wollte.

b. Wenn ich in einer im Jahre 1832 verfaßten aber nicht veröffentlichten und demnächst in der bereits im Winter von 1836—37 geschriebenen und im Elften Bande des: „Archivs u. s. w." im Jahre 1840 erschienenen Abhandlung meinen Rechnungen eine Luftreibung zum Grunde legte, dagegen in den, 1843 erschienenen: „Bemerkungen u. s. w." von dieser Luftreibung abging und eine andere Erklärungsweise versuchte, so ist dies nicht aus Veranlassung der belgischen Versuche geschehen, von denen ich damals in der That nichts weiter kannte, als das, was der Herr Oberst **Timmerhans** darüber an der oben bezeichneten Stelle sagt. Dies ist auch leicht einzusehen. Die in Rede stehenden belgischen Versuche konnten mir, selbst wenn ich sie vollständig gekannt hätte, nichts gewähren, was mir nicht schon vorher bekannt gewesen wäre, und es ist daher eine irrthümliche Voraussetzung, daß der Versuch zu einer veränderten Erklärungsweise, den ich in den mehrgenannten: „Bemerkungen u. s. w. 1843" in Nr. 36 Seite 104 bis 111, gemacht habe, aus der

> „Inbetrachtnahme (prenant en considération) der Belgischen Versuche von 1838"

entstanden sei.

c. Eben so ist es ein Mißverständniß, wenn angenommen wird, daß meine: „Erste Fortsetzung der Bemerkungen u. s. w. Neiße, 1847,"

> „bei **Gelegenheit** der Schwedischen Versuche des Jahres 1844 von mir veröffentlicht worden sei."

Jene Abhandlung war bereits geraume Zeit unter der Presse und im Druck so ziemlich fertig, als mir die betreffenden Nummern der Allgemeinen Militairzeitung zu Gesicht kamen, welche den Bericht



über die Schwedischen Versuche enthielten. Letztere haben mir daher keine Gelegenheit oder Veranlassung gegeben, jene Abhandlung abzufassen. Zwar figurirt der vorbezeichnete Bericht in der Vorrede zu derselben, indessen ist es ja jedem Schriftsteller bekannt, daß die Vorrede immer zuletzt geschrieben wird. Was von den Angaben in dem Werke des Herrn Oberst Timmerhans in Bezug auf ihre etwanige Neuheit für mich und in Bezug auf einen möglichen Einfluß derselben auf meine unbedeutenden Arbeiten gesagt ist, gilt daher auch von den hier in Rede stehenden Schwedischen Ergebnissen. Ihr möglicher Inhalt war mir längst bekannt, und konnte auch nicht einen Einfluß auf meine Arbeiten haben, den meine anderweite Kenntniß dieses Gegenstandes nicht eben so gut hätte haben müssen.

d. Endlich ist es ein Mißverständniß, wenn mir die Ansicht imputirt wird, daß die in Rede stehenden Schwedischen (respective Belgischen) Versuche der hier besprochenen Angelegenheit

„eine neue Grundlage"

gegeben hätten. In der Vorrede zu der: „Ersten Fortsetzung der Bemerkungen" (nicht in dem „Nachtrag zu den Bemerkungen", wie irrthümlich in dem betreffenden Aufsatze gesagt ist) habe ich auf der ersten Seite nicht von „einer neuen Grundlage", sondern von einem

„neuen Stadium"

gesprochen, in welches die in Rede stehende Angelegenheit getreten sei, indem

> „die Allgemeine Militairzeitung die besprochenen Schwedischen (respective Belgischen) Versuche veröffentlicht und
>
> „durch die offene Darlegung von Thatsachen"
>
> die unzweifelhafte hohe praktische Wichtigkeit des in Rede stehenden Gegenstandes in das gehörige Licht gestellt habe."

Nicht insofern hatten diese Versuche für mich Interesse, daß ich für meine Person ihren gewiß an sich interessanten Inhalt erfuhr, der mir nichts Neues darbot, sondern insofern, als sie „durch die offene Darlegung von Thatsachen" dem größeren militairischen Publikum einen Begriff von der eindringlichen Wichtigkeit des vorliegenden Gegenstandes und mir dadurch die Möglichkeit an die Hand gaben, auch meinerseits mich darüber offen weiter zu verbreiten; ein

Verhältniß, welches für mich wirklich ein „neues Stadium" der Angelegenheit war. Von der mir imputirten Behauptung, daß diese Versuche

„einen neuen Fortschritt"

der Frage ergäben, habe ich in der That bei einer nochmaligen Durchsicht jener Vorrede keine Spur auffinden können.

Pulverfabrik bei Spandau, den 15. October 1856.

Otto,
Oberst-Lieutenant.

Eine vierte Lieferung zur vorliegendeu Abhandlung wird nicht im Archiv, sondern abgesondert erscheinen, und eine Nachricht darüber zu seiner Zeit im Archiv gegeben werden.

Druckfehler der Ersten Lieferung.

Seite 14 Zeile 13, Formel (14). Statt f lies s.
- „ 31 Zeile 5, dicht über 400,0. Statt y lies x.
- „ 35 letzte Zeile. Vor der Zahl 3,6931 das Zeichen — einzuschalten.
- „ 38 letzte Zeile. Statt f + A = lies f = A +.
- „ 43 Zeile 3. Vor dem Worte: Nachdem ist die Nr. 51 einzuschalten.
- „ 57 Zeile 13. Statt genaue lies genau.
- „ 59. Unter m = 0,60 folgen die Ziffern 1, 3, 3 u. s. w., dies ist umzuändern in: 1, 2, 3 ꝛc.

Druckfehler der Zweiten Lieferung.

Seite 85 Zeile 23. Statt 158,581 lies 15,8581.
- „ 87 Zeile 4 von unten. Statt F lies f.

VII.

Ueber den Druck der Pulvergase auf die Seelenwände, und über die Anwendung der Resultate der darüber in Preußen gemachten Versuche auf die Bestimmung der Metallstärken von Geschützröhren.

Von

N. Mayevsky,
Hauptmann in der reitenden Garde-Artillerie Sr. Majestät des Kaisers von Rußland.

Aus dem Russischen Artillerie-Journal übersetzt

vom

Lieutenant Brix des 3ten Artillerie-Regiments.



Tabelle I.

Preußisches 6pfün

Gewöhnliche Ladungen von 2,284 ℔.

Länge des von den Cylindern im Stollenkanal

Gewicht der Cylinder. β.		Geschwindigkeit des Cylinders beim Herausfliegen aus dem Stollen. w.		Geschwindigkeit der Kugel in dem Augenblick, als der Cylinder von dem Gewicht β den Stollen verließ. v.		Entfernung der Kugel von ihrer ursprünglichen Lage, als sie die Geschwindigkeit v erlangt hatte. Δ.		Von der Kugel in der Seele allmählig durchlaufene Räume. $\Delta_n - \Delta_{n-1}$	
Ruſſ. Solotn.	Preuß. Loth.	Ruſſ. Fuß.	Prß. Fuß.	Ruſſ. Fuß.	Prß. Fuß.	Ruſſ. Zoll.	Prß. Zoll.	Ruſſ. Zoll.	Prß. Zoll.
2,6038	0,75995	845,13	820,71	407,3	395,5	2,092	2,031	2,092	2,031
3,7706	1,09355	741,33	702,45	519,5	504,4	3,031	2,943	0,939	0,912
5,0713	1,48012	667,42	648,11	625,5	607,4	4,067	3,949	1,036	1,006
7,5094	2,19169	518,25	503,28	720,3	699,4	6,035	5,860	1,968	1,911
10,0810	2,94225	465,60	452,15	868,7	843,5	8,102	7,867	2,067	2,007
15,500	4,52372	363,04	352,55	1041	1010,8	12,458	12,097	4,356	4,230
21,392	6,24345	288,25	279,92	1141	1107,9	17,193	16,694	4,735	4,598
41,580	12,13565	191,34	185,81	1473	1430,3	33,419	32,450	16,226	15,755
64,812	18,91599	136,13	132,20	1633	1585,6	52,091	50,580	18,672	18,130
78,965	23,04664	119,33	115,88						
89,498	26,12074	108,77	105,63						

Tabelle I.

diges Feldkanon.

(2 ℔.) mit Kugeln und Spiegeln.

zurückgelegten Weges $\lambda = 4{,}325''$ $(4{,}20'')$.

Zeit, in der die Kugel den Raum $\Delta - \Delta_{n-1}$ zurücklegte. $t_n - t_{n-1}$	Zeit, in der die Kugel den Raum Δ zurücklegte. t.	Druck der Gase auf 1□″(1□″) unter der Voraussetzung, daß er für alle Schichten constant ist in dem Zeitraume $t_n - t_{n-1}$ während die Kugel den Raum $\Delta - \Delta_{n-1}$ durchläuft. p.		Druck der Gase auf 1□″(1□″) des Geschosses in derselben Zeit $t_n - t_{n-1}$ p′.		Druck der Gase auf 1□″(1□″) des Seelenbodens in der Zeit $t_n - t_{n-1}$ p″.	
Secunden.		Russ. Pud.	Preuß. Pfd.	Russ. Pud.	Preuß. Pfd.	Russ. Pud.	Preuß. Pfd.
0,000853	0,000853	286	10620,8	259	9618,1	298	11066,4
0,000168	0,001021	400	14854,2	361	13406,0	416	15448,4
0,000151	0,001172	423	15708,3	382	14185,8	440	16339,6
0,000241	0,001413	232	8615,4	210	7798,5	242	8986,8
0,000216	0,001629	412	15299,8	373	13851,6	429	15931,1
0,000378	0,002007	273	10138,0	247	9172,5	285	10583,6
0,000360	0,002367	166	6164,5	150	5570,4	173	6424,5
0,001030	0,003397	192	7130,1	174	6461,6	200	7427,1
0,000998	0,004395	96	3565,0	87	323,1	100	3713,6
						124	4604,8
						91	3379,3



Tabelle II.

Preußisches 6pfün

Verlängerte Ladung von 2,284 ℔.

Länge des von den Cylindern im Stollenkanal

Gewicht der Cylinder. β.		Geschwindigkeit des Cylinders beim Herausfliegen aus dem Stollen. w.		Geschwindigkeit der Kugel in dem Augenblick, als der Cylinder von dem Gewicht β den Stollen verließ. v.		Entfernung der Kugel von ihrer ursprünglichen Lage, als sie die Geschwindigkeit v erlangt hatte. Δ.		Von der Kugel in der Seele allmählig durchlaufene Räume. $\Delta_n - \Delta_{n-1}$	
Russ. Solotn.	Preuß. Loth.	Russ. Fuß.	Prß. Fuß.	Russ. Fuß.	Prß. Fuß.	Russ. Zoll.	Prß. Zoll.	Russ. Zoll.	Prß. Zoll.
2,6038	0,75995	710,77	690,23	342,5	332,6	2,092	2,031	2,092	2,031
3,7284	1,08759	645,31	626,67	445,1	432,2	2,995	2,908	0,903	0,877
5,0774	1,48189	600,80	583,44	564,6	548,2	4,081	3,963	1,086	1,054
7,5834	2,21321	491,64	477,44	690,0	670,0	6,095	5,918	2,014	1,956
10,0584	2,93563	446,81	433,99	831,8	807,7	8,084	7,850	1,989	1,931
15,455	4,51176	355,29	345,03	1016	986,5	12,422	12,062	4,338	4,212
21,433	6,25536	287,98	279,66	1142	1108,9	17,227	16,727	4,805	4,666
41,817	12,20479	192,08	186,53	1487	1443,9	33,610	32,635	16,383	15,908
64,732	18,89271	142,38	138,27	1706	1656,5	52,027	50,518	18,417	17,883
78,975	23,04963	118,56	115,13						
89,393	26,09019	106,97	103,88						

Tabelle II.

diges Feldkanon.

(2 u.) mit Kugeln und Spiegeln.

zurückgelegten Weges $\lambda = 4{,}325''$ $(4{,}20'')$.

Zeit, in der die Kugel den Raum $\Delta - \Delta_{n-1}$ zurücklegte. $t_n - t_{n-1}$	Zeit, in der die Kugel den Raum Δ zurücklegte. t.	Druck der Gase auf 1□″(1□″) unter der Voraussetzung, daß er für alle Schichten constant ist in dem Zeitraume $t_n - t_{n-1}$ während die Kugel den Raum $\Delta - \Delta_{n-1}$ durchläuft. p.		Druck der Gase auf 1□″(1□″) des Geschosses in derselben Zeit $t_n - t_{n-1}$ p′.		Druck der Gase auf 1□″(1□″) des Seelenbodens in der Zeit $t_n - t_{n-1}$ p″.	
Secunden.		Russ. Pud.	Preuß. Pfd.	Russ. Pud.	Preuß. Pfd.	Russ. Pud.	Preuß. Pfd.
0,00101	0,00101	202	7501,4	182	6758,7	210	7798,5
0,00019	0,00120	322	11957,7	291	10806,4	335	12440,4
0,00018	0,00138	400	14854,2	361	13406,0	416	15448,4
0,00027	0,00165	281	10435,1	254	9432,4	293	10880,7
0,00022	0,00187	391	14520,0	353	13108,9	406	15077,0
0,00039	0,00226	283	10509,4	255	9469,6	294	10917,8
0,00037	0,00263	204	7575,6	184	6833,0	212	7872,7
0,00103	0,00366	199	7390,0	180	6684,4	207	7687,1
0,00096	0,00462	134	4976,2	123	4567,7	142	5273,3
						30	1114,1
						58	2153,9



Tabelle III.

Preußisches 6pfün

Verlängerte Ladung von 2,463 ℔.

Länge des von den Cylindern im Stollenkanal

Gewicht der Cylinder. β.		Geschwindigkeit des Cylinders beim Herausfliegen aus dem Stollen. w.		Geschwindigkeit der Kugel in dem Augenblick, als der Cylinder von dem Gewicht β den Stollen verließ. v.		Entfernung der Kugel von ihrer ursprünglichen Lage, als sie die Geschwindigkeit v erlangt hatte. Δ.		Von der Kugel in der Seele allmählig durchlaufene Räume. $\Delta_n - \Delta_{n-1}$	
Russ. Solotn.	Preuß. Loth.	Russ. Fuß.	Prß. Fuß.	Russ. Fuß.	Prß. Fuß.	Russ. Zoll.	Prß. Zoll.	Russ. Zoll.	Prß. Zoll.
2,6038	0,75995	708,96	688,48	338,2	328,4	2,071	2,011	2,071	2,011
3,7474	1,09371	634,27	615,94	435,4	422,8	2,981	2,894	0,910	0,884
5,0701	1,47976	602,56	586,15	559,7	543,5	4,033	3,916	1,052	1,022
7,5534	2,20451	507,20	492,54	701,8	681,4	6,009	5,835	1,976	1,919
10,0409	2,93053	452,58	439,50	832,5	808,4	7,988	7,756	1,979	1,922
15,514	4,52795	364,09	353,57	1035	1005,0	12,343	11,985	4,355	4,229
21,979	6,41475	294,24	285,74	1185	1150,6	17,485	16,978	5,142	4,993
41,343	12,06625	201,66	195,83	1527	1482,7	32,890	31,936	15,405	14,958
64,815	18,91684	142,27	138,16	2689	2611,0	51,564	50,069	18,674	18,132
79,005	23,05865	123,39	119,82						
89,323	26,06979	110,56	107,37						

Tabelle III.

diges Feldkanon.

(2 ℔. 5 Loth) mit Kugeln und Spiegeln.

zurückgelegten Weges $\lambda = 4{,}325''$ (4,20″).

Zeit, in der die Kugel den Raum $\Delta_n - \Delta_{n-1}$ zurücklegte. $t_n - t_{n-1}$	Zeit, in der die Kugel den Raum Δ zurücklegte. t.	Druck der Gase auf 1□″ (1□″) unter der Voraussetzung, daß er für alle Schichten constant ist, in dem Zeitraume $t_n - t_{n-1}$ während die Kugel den Raum $\Delta_n - \Delta_{n-1}$ durchläuft. p.		Druck der Gase auf 1□″ (1□″) des Geschosses in derselben Zeit $t_n - t_{n-1}$. p′.		Druck der Gase auf 1□″ (1□″) des Seelenbodens in der Zeit. $t_n - t_{n-1}$. p″.	
Secunden.		Russ. Pud.	Preuß. Pfd.	Russ. Pud.	Preuß. Pfd.	Russ. Pud.	Preuß. Pfd.
0,001017	0,001017	201	7464,2	180	6684,4	210	7798,5
0,000195	0,001212	300	11140,7	270	10026,6	314	11660,6
0,000175	0,001387	431	16005,4	387	14371,5	450	16711,0
0,000260	0,001647	328	12180,5	294	10917,8	342	12700,4
0,000214	0,001861	368	13665,9	331	12291,9	385	14297,2
0,000388	0,002249	315	11697,7	283	10509,4	329	12217,6
0,000385	0,002634	234	8689,7	210	7798,5	245	9098,2
0,000943	0,003577	218	8095,5	197	7315,7	229	8504,0
0,000964	0,004541	101	3750,7	91	3379,3	106	3936,4
						113	4196,4
						39	1448,3

Tabelle IV.

Preußisches 6pfün

Gewöhnliche Ladung von 1,999 ℔.

Länge des von den Cylindern im Stollenkanal									
Gewicht der Cylinder. β.		Geschwindigkeit des Cylinders beim Herausfliegen aus dem Stollen. w.		Geschwindigkeit der Kugel in dem Augenblick, als der Cylinder von dem Gewicht β den Stollen verließ. v.		Entfernung der Kugel von ihrer ursprünglichen Lage, als sie die Geschwindigkeit v erlangt hatte. Δ.		Von der Kugel in der Seele allmählig durchlaufene Räume. $\Delta_n - \Delta_{n-1}$	
Ruß. Solotn.	Preuß. Loth.	Ruß. Fuß.	Prß. Fuß.	Ruß. Fuß.	Prß. Fuß.	Ruß. Zoll.	Prß. Zoll.	Ruß. Zoll.	Prß. Zoll.
2,5793	0,75277	733,17	711,98	355,8	345,5	2,108	2,047	2,108	2,047
3,7200	1,08573	662,52	643,38	463,8	450,3	3,040	2,952	0,932	0,905
4,9830	1,45434	588,91	517,89	552,2	536,2	4,072	3,954	1,032	1,002
7,5003	2,19166	465,33	451,89	657,5	638,4	6,136	5,958	2,064	2,004
10,0162	2,92333	412,74	400,81	777,9	755,3	8,185	7,948	2,049	1,990

Tabelle IV.

diges Feldkanon.

(1½ U.) mit Kugeln und Spiegeln.

zurückgelegten Weges $\lambda = 4{,}325''$ (4,20'').

Zeit, in der die Kugel den Raum $\Delta_n - \Delta_{n-1}$ zurücklegte. $t_n - t_{n-1}$	Zeit, in der die Kugel den Raum Δ zurücklegte. t.	Druck der Gase auf 1□'' (1□'') unter der Voraussetzung, daß er für alle Schichten constant ist, in dem Zeitraume $t_n - t_{n-1}$ während die Kugel den Raum $\Delta_n - \Delta_{n-1}$ durchläuft. p.		Druck der Gase auf 1□'' (1□'') des Geschosses in derselben Zeit $t_n - t_{n-1}$. p'.		Druck der Gase auf 1□'' (1□'') des Seelenbodens in der Zeit. $t_n - t_{n-1}$. p''.	
Secunden.		Ruff. Pud.	Preuß. Pfd.	Ruff. Pud.	Preuß. Pfd.	Ruff. Pud.	Preuß. Pfd.
0,000983	0,000983	214	7947,0	196	7278,6	222	8244,1
0,000189	0,001172	338	12551,8	311	11549,2	352	13071,7
0,000169	0,001341	310	11512,1	284	10546,5	322	11957,7
0,000283	0,001624	219	8132,7	201	7464,2	228	8466,9
0,000237	0,001861	300	11140,7	275	10212,3	312	11586,3

Tabelle V.

Preußisches 6pfün

Gewöhnliche blinde La

Länge des von dem Cylinder im Stollenkanal					
Gewicht der Cylinder. β.		Geschwindigkeit des Cylinders beim Herausfliegen aus dem Stollen. w.		Geschwindigkeit des Geschützes mit der Laffete in dem Augenblick, als der Cylinder von dem Gewicht β die Stollen verließ. v′.	
Russische Solotnik.	Preuß. Loth.	Russische Fuß.	Preuß. Fuß.	Russische Fuß.	Preuß. Fuß.
2,5519	0,74479	624,71	606,66	1,2047	1,1698
4.9634	1,44861	461,24	448,95	1,7300	1,6798
10,0006	2,91877	295,12	286,59	2,2302	2,1655
22,696	6,62396	167,97	163,12	2,8807	2,7972
41,601	12,14167	101,65	98,689	3,1955	3,1028
64,736	18,89375	73,70	71,574	3,6053	3,5007
89,601	26,15104	56,72	55,077	3,8404	3,7290

Tabelle V.

diges Feldkanon.

dung von 2,284 ℔. (2 ℔).

zurückgelegten Weges $\lambda = 4{,}325''$ ($4{,}20''$).

Entfernung des Seelenbodens von dem Anfangspunkt der Coordinaten, als das Geschütz mit der Laffete die Geschwindigkeit v′ erlangt hatte.		Von dem Seelenboden allmählig durchlaufene Räume.		Druck der Gase auf 1□″ (1□″) des Seelenbodens während dieser die Räume $y'_n - y'_{n-1}$ durchläuft.	
Russische Zoll.	Preuß. Zoll.	Russische Zoll.	Preuß. Zoll.	Russische Pud.	Preuß. Pfund.
0,00834	0,00810	0,00834	0,00810	159	5904,6
0,01622	0,01575	0,00788	0,00765	181	6721,6
0,03268	0,03173	0,01646	0,01598	109	4047,8
0,07418	0,07203	0,04150	0,04030	73	2710,9
0,13596	0,13202	0,06178	0,05999	28	1039,8
0,21158	0,20544	0,07562	0,07343	34	1262,6
0,29284	0,28435	0,08128	0,07892	20	742,7

Am Ende des Aufsatzes sind die Daten angegeben, die man in neuester Zeit beim Schießen aus dem Preußischen Feld-12pfder mit verschiedenen Ladungen und verschieden schweren Cylindern erhalten hat. Aus diesen Daten, beim Schießen mit eingespiegelten Kugeln und einer verlängerten Ladung von 3,997 ℔. ($3\frac{1}{2}$ ℔.) gewonnen, stellen wir, analog den Vorhergehenden die nachfolgende Tabelle zusammen.

Tabelle VI.

Preußisches 12pfün

Verlängerte Ladung von 3,997 U.

Gewicht der Cylinder. β.		Geschwindigkeit des Cylinders beim Herausfliegen aus dem Stollen. w.		Geschwindigkeit der Kugel in dem Augenblick, als der Cylinder von dem Gewicht β die Stollen verließ. v.		Entfernung der Kugel von ihrer ursprünglichen Lage, als sie die Geschwindigkeit v erlangt hatte. Δ.		Von der Kugel in der Seele allmählig durchlaufene Räume. $\Delta_n - \Delta_{n-1}$.	
		Länge des von den Cylindern im Stollenkanal							
Ruß. Solotn.	Preuß. Loth.	Ruß. Fuß	Prß. Fuß	Ruß. Fuß	Prß. Fuß	Ruß. Zoll	Prß. Zoll	Ruß. Zoll	Prß. Zoll
1,2809	0,37384	1129,87	1097,230	215,6	209,34	1,087	1,055	1,087	1,055
2,5810	0,75328	911,25	884,924	350,7	340,53	2,191	2,127	1,104	1,072
3,8587	1,12620	850,28	825,729	489,2	475,01	3,276	3,181	1,085	1,053
5,1466	1,50208	762,90	740,854	585,4	568,42	4,369	4,242	1,093	1,061
6,4597	1,88533	704,94	684,570	679,0	659,31	5,484	5,325	1,115	1,083
7,6794	2,24132	663,82	644,642	760,1	738,06	6,519	6,330	1,035	1,005
10,2445	2,98997	573,28	556,715	875,7	850,30	8,696	8,444	2,177	2,114
15,360	4,48307	446,68	433,771	1023,0	993,33	13,039	12,661	4,343	4,217
20,451	5,96874	359,95	349,548	1098	1066,16	17,360	16,857	4,321	4,196
41,023	11,97291	222,41	215,981	1360	1320,56	34,824	33,814	17,464	16,957
61,573	17,97083	161,53	156,865	1485	1441,93	52,269	50,753	17,445	16,939
83,459	24,3586	127,47	123,790	1586	1540,00	70,848	68,793	18,579	18,040

Tabelle VI.

diges Feldkanon.

(3½ U.) mit Kugeln und Spiegeln.

zurückgelegten Weges $\lambda = 5{,}664''$ (5,50″).

Zeit, in der die Kugel den Raum $\Delta_n - \Delta_{n-1}$ zurücklegte. $t_n - t_{n-1}$.	Zeit, in der die Kugel den Raum Δ zurücklegte. t.	Druck der Gase auf 1□″ (1□″) unter der Voraussetzung, daß er für alle Schichten constant ist, in dem Zeitraum $t_n - t_{n-1}$ während die Kugel den Raum $\Delta_n - \Delta_{n-1}$ durchläuft. p.		Druck der Gase auf 1□″ (1□″) des Geschosses in derselben Zeit $t_n - t_{n-1}$. p′.		Druck der Gase auf 1□″ (1□″) des Seelenbodens in der Zeit $t_n - t_{n-1}$. p″.	
Sekunden.		Russ. Pud.	Preuß. Pfd.	Russ. Pud	Preuß. Pfd.	Russ. Pud.	Preuß. Pfd.
0,000836	0,000836	192	7130,1	176	6535,9	199	7390,0
0,000323	0,001159	312	11586,3	285	10583,6	323	11994,8
0,000214	0,001373	482	17899,3	441	16376,8	499	18530,6
0,000169	0,001542	426	15819,7	389	14445,8	440	16339,6
0,000146	0,001688	478	17750,8	436	16191,1	494	18344,9
0,000119	0,001807	507	18827,7	464	17230,9	525	19496,2
0,000221	0,002028	391	14520,0	357	13257,4	404	15002,7
0,000379	0,002407	290	10769,3	265	9840,9	300	11140,7
0,000338	0,002745	166	6164,5	151	5607,5	171	6350,2
0,001178	0,003923	167	6201,7	153	5681,8	173	6424,5
0,001017	0,004940	90	3342,2	82	3045,1	93	3453,6
0,001004	0,005944	77	2859,4	70	2599,5	79	2933,7

Betrachtet man nach den Daten dieser Tabellen die Gasspannungen bei dem allmähligen Fortrücken der Kugel im Rohr, so sieht man, daß sie zuerst sehr rasch wachsen und dann abnehmen, wenn man aber diese Spannungen in ihrer verschiedenen Größe durch eine Curve darstellen will, so findet man, daß diese an einigen Punkten unregelmäßige Ausbiegungen hat. Dieser Umstand ist sehr schwer zu erklären; er könnte zum Theil daher rühren, daß die zu den Versuchen benutzten Geschütze vorher schon eine bedeutende Anzahl Schüsse ausgehalten hatten, zum Theil aber auch von der nicht vollständigen Zuverlässigkeit der Angaben des Recepteurs des Gewehrpendels. So gab z. B. das bei den Versuchen mit dem 6pfder benutzte Pendel nur so lange zuverlässige Resultate als man mit Cylindern schoß, deren Gewicht 15½ Solotnik (4½ Loth) nicht überstieg.

Wie dem auch sei, so ergeben die Versuche wenigstens das, daß das Maximum der Gasspannungen beim Schießen von gleich schweren Cylindern mit gewöhnlichen Ladungen größer ist als bei verlängerten. Bei einer geringen Vermehrung der Ladung (von ⅓ auf ⅜ kugelschwer) wachsen die Maxima der Gasspannungen merklich und bei einer geringen Verminderung (von ⅓ auf ²⁄₇) nehmen sie beträchtlich ab, während in dem einen wie in dem andern Falle die Anfangsgeschwindigkeit nur unerheblich geändert wird. Das Maximum der Gasspannungen wächst übrigens bei gleichen Ladungsverhältnissen ebenfalls mit dem Kaliber des Geschützes.

Wenn man nun auch nicht läugnen kann, daß die in Preußen bis jetzt ausgeführten Versuche die Frage über den Druck der Pulvergase im Rohr ihrer Entscheidung bedeutend nähergeführt haben, so sind sie doch noch keinesweges als vollständig zu betrachten; man muß sie vielmehr, wie dies auch in Absicht zu sein scheint, bei Geschützen von verschiedenen Kalibern fortsetzen. Erst dann dürfte sich der Widerstand, den die Geschützwandungen dem Pulverdruck entgegensetzen müssen und demgemäß ihre Dicke mit genügender Genauigkeit feststellen lassen.

Bezüglich der Art und Weise, den Gasdruck auf das Geschoß und den Seelenboden vermittelst der in den Stollenkanal eingesetzten verschieden schweren Cylinder zu bestimmen, ist noch zu bemerken, daß man bei der Berechnung der Geschwindigkeit des Geschosses und der

von ihm im Rohr zurückgelegten Wege aus den entsprechenden Daten der Cylinder, um in der Gleichung (A) die Bewegungsquantität der Ladung auszudrücken, auf eine mehr oder minder wahrscheinliche Voraussetzung fußen muß, wie wir es z. B. bei der Entwickelung der Gleichung (1) thaten, daß man nämlich die in jeder Gasschicht wechselnde Spannung und Dichtigkeit der Gase durch eine für alle Schichten constante Größe ausdrücken kann. Es scheint zwar, daß es direkter zu Resultaten führen würde, wenn man die Seele allmählig abschnitte, oder verschieden lange Cylinder in sie setzte und dann mit einem Pendel die Geschwindigkeiten des Geschosses und Geschützes unmittelbar bestimmte; aber dazu wäre es nöthig, daß die Angaben der Pendel möglichst zuverlässige Resultate ergäben. Vielleicht wird sich der jetzt aus Belgien eingeführte elektroballistische Apparat von Navé*) zur Bestimmung der verschiedenen Geschwindigkeiten der Geschosse im Rohr mit Vortheil anwenden lassen, während man zur Bestimmung der entsprechenden Geschwindigkeiten des Rücklaufes des Geschützes mit der Laffete ein gewöhnliches Geschützpendel benutzen könnte. Hat man auf diese Art unmittelbar die verschiedenen Geschwindigkeiten des Geschosses und Geschützes ermittelt, so wird der Gasdruck auf das Geschoß und den Seelenboden in jedem Moment des Fortschreitens des Geschosses in der Seele aus den Gleichungen (15) und (16) bestimmt, während man die entsprechenden Zeiten und Abstände aus den Gleichungen (12) und (13) berechnen kann.

Solche Versuche, wie die erwähnten, können übrigens außer zu der Entscheidung der Frage über den Widerstand, den die Geschützwandungen der Expansionskraft der Pulvergase entgegenzusetzen haben, noch zu Ermittelungen darüber benutzt werden, welches Pulver bei verschiedenen, zum Schießen benutzten Ladungen, am wenigsten die Geschützröhre angreift.

Mit Hülfe der bis jetzt in Preußen gemachten Versuche kann man, wie wir gesehen haben, den Druck der Pulvergase unmittelbar nur beim 6- und 12pfder bestimmen. Um nun aber, in Ermangelung umfassenderer Versuche, die Möglichkeit zu haben, die Gasspannungen

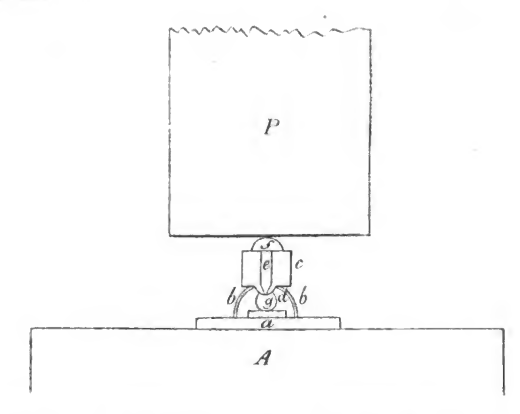
---

*) Eine Beschreibung dieses Apparates ist im 2ten Heft des Artillerie-Journals vom Jahre 1855 gegeben.

in andern Geschützen zu beurtheilen und danach Geschütze jedes beliebigen Kalibers zu construiren, wollen wir zeigen, in welcher Art man mit annähernder Genauigkeit von den bekannten Gasspannungen in einem Geschütz auf die in einem andern schließen kann.

Wir benutzen dazu die Resultate der von Rumford im Jahre 1799 in München angestellten Versuche zur Bestimmung der Dichtigkeit (des specifischen Gewichts) der Pulvergase nach dem Druck, den sie auf eine Flächeneinheit äußern und beschreiben diese Versuche, wie sie von Piobert dargestellt sind.

Auf einem festen Steinfundament A war eine eiserne Platte a (von 7‴ Dicke) befestigt und darauf auf den gußeisernen Stützen bb ein cylindrischer Mörser aus Schmiedeeisen c von 3″ äußerem Durchmesser und äußerer Höhe, der in dem Schwanztheil d endigte, senkrecht aufgestellt. In dem Mörser war eine cylindrische Seele mit conischer Kammer e gebohrt, welche letztere sich in dem Schwanztheil des Mörsers befand, das Kaliber der Seele betrug 0,249″ und ihre Länge 2″. Die Seele wurde mit einer ledernen, mit Eisenblech belegten Scheibe zugedeckt, deren Durchmesser dem Seelendurchmesser gleich war.



Außer dieser Scheibe wurde auf die Mündungsfläche des Mörsers noch eine eiserne Halbkugel f von 1,19″ Durchmesser gelegt.

Auf diese Halbkugel wurde das Gewicht P gesetzt, welches durch den Druck der Pulvergase so weit zu heben war, daß die lederne Scheibe nicht ganz aus der Seele geschleudert wurde. Die Ladung wurde durch die glühende Kugel g entzündet, die ein Loch zur Aufnahme des Schwanztheils des Mörsers enthielt. Die Seele konnte ohne die lederne Scheibe 25,641 Gran Pulver fassen, dessen gravimetrische Dichtigkeit (specifisches Gewicht) 1,077 war. Befand sich die Scheibe im Rohr, so faßte es noch 24,5 Gran dieses Pulvers, so daß man den Rauminhalt der Seele zur Zeit des Versuches = 25 Gran des bezeichneten Pulvers setzen kann. Die Ladung des Mörsers betrug 1—18 Gran. Indem man nun das Gewicht P nach und nach vergrößerte, bestimmte man das Maximum des Gewichtes, was jede Ladung noch hoch zu werfen im Stande war. Die Ladung hob das größeste Gewicht nach ihrem vollkommenen Zusammenbrennen, so daß das Gewicht der auf diese Last wirkenden Pulvergase dem Gewicht der Ladung gleich kam, das wir durch 12 Gran ausdrücken wollen, die Dichtigkeit der Pulvergase war dann gleich dem Gewicht der Ladung n in Granen, dividirt durch das Gewicht des Wassers, welches den Raum, in dem sich die Pulvergase entwickelten, ausfüllte, ebenfalls in Granen. Dieses Gewicht des Wassers ist also $= \frac{25}{1,077}$ Gran, und die Dichtigkeit der Pulvergase war demnach

$$\varrho = \frac{n}{25} \cdot 1,077.$$

Der Gasdruck p in Puden auf 1□″ ist gleich dem Gewicht P in Puden, das von der Ladung noch gehoben ist, dividirt durch die Fläche des Querschnitts der Seele $\frac{\pi}{4} \cdot (0,249)^2$ □″.

Die Resultate dieser Versuche sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt.

		1	2	3
Ladung in Granen		1	2	3
Dichtigkeit der Pulvergase $\varrho = \frac{n}{25} \cdot 1{,}077$		0,0431	0,0862	0,1292
Von der Ladung gehobenes Gewicht P	in Russ. Puden	1,59	3,71	5,87
	in Preuß. Pfd.	55,7	130,0	205,7
Druck der Pulvergase auf 1□″ $p = \frac{P}{\frac{\pi}{4} \cdot (0{,}249)^2}$.	in Russ. Puden	32,58	76,28	120,59
	in Preuß. Pfd.	1209,9	2832,7	4478,2

		10	11	12
Ladung in Granen		10	11	12
Dichtigkeit der Pulvergase $\varrho = \frac{n}{25} \cdot 1{,}077$		0,4308	0,4739	0,5170
Von der Ladung gehobenes Gewicht P	in Russ. Puden	38,39	45,21	52,44
	in Preuß. Pfd.	1345,2	1584,2	1837,5
Druck der Pulvergase auf 1□″ $p = \frac{P}{\frac{\pi}{4} \cdot (0{,}249)^2}$.	in Russ. Puden	788,45	928,50	1076,9
	in Preuß. Pfd.	29279,5	34480,4	39991,7

Auf Grund dieser Daten bestimmte Rumford durch eine Formel das Verhältniß zwischen der Dichtigkeit der Pulvergase und ihrem Druck auf die Flächeneinheit. Dieser Formel nach ist der Gasdruck auf 1□″ in Puden

$$p = 0{,}764\,(905 \cdot \varrho)^{1 + 0{,}362\,\varrho} \quad . \quad . \quad . \quad (10).$$

Obgleich nun zwar dieses Verhältniß zwischen dem Druck und der Dichtigkeit der Gase aus den Erfahrungen gewonnen ist, die nur mit einer Pulverart angestellt sind, so kann man doch, ohne gro-

4	5	6	7	8	9
0,1723	0,2154	0,2585	0,3016	0,3446	0,3877
7,79	11,43	13,97	16,54	23,73	31,61
273,0	400,5	489,5	579,6	831,5	1107,6
160,01	234,82	286,88	339,64	487,39	649,12
5942,1	8720,2	10653,4	12612,8	18099,5	24105,5

13	14	15	16	17	18
0,5600	0,6031	0,6462	0,6893	0,7324	0,7754
67,00	81,67	96,23	144,47	—	223,67
2347,7	2861,7	3371,9	5062,2	—	7837,4
1376,0	1677,1	1976,1	2966,7	—	4593,4
51099,0	62280,5	73384,0	110170,0	—	170578,3

ßen Irrthum, sie auf alle üblichen Pulversorten übertragen, weil in den Grenzen, in denen sich das Mischungsverhältniß der Pulver-Bestandtheile bewegt, die durch das Zusammenbrennen entwickelte Gasmenge fast gleich groß ist. Ebenso sind diese Versuche, obgleich sie nicht über Gase von mehr als 0,77 specifischen Gewicht ausgedehnt wurden, dennoch völlig genügend, um ihre Resultate auf alle in der Artillerie vorkommenden Verhältnisse anzuwenden, da beim Sprengen der Hohlgeschosse, wie beim Schießen mit den stärksten Ladungen die Dichtigkeit der Gase niemals die bezeichnete Grenze übersteigt.



In der am Schluß des Aufsatzes beigefügten Tabelle sind die, den verschiedenen Dichtigkeiten der Pulvergase von 0,00 — 0,77 entsprechenden Gasdrucke auf 1□″ in Puden und Preuß. Pfunden für jedes Hunderttheil berechnet.

Die Dichtigkeit der Gase während der Bewegung des Geschosses im Rohr hängt, unter der Voraussetzung, daß sie für alle Schichten constant ist, nur von dem Gewicht des verbrannten Theils der Ladung und von dem Raum ab, in dem sich die Gase entwickeln, welche letzterer seinerseits natürlich sich mit dem Vorrücken des Geschosses verändert, so daß, wenn man das Gewicht der Ladung mit c, das Verhältniß des unverbrannten Theils der Ladung zur ganzen Ladung nach Verlauf einer gewissen Zeit t_n mit a bezeichnet, dann das Gewicht des verbrannten Theils der Ladung und folglich das Gewicht der entwickelten Gase nach der Zeit $t_n = c - a_n c = c (1 - a_n)$ ist. Die Dichtigkeit der Gase ϱ_n wird, in der Voraussetzung, daß sie für alle Gasschichten constant ist, gleich ihrem Gewicht dividirt durch das Gewicht des Wassers, welches denselben Raum ausfüllt, als der ist, in dem sich die Gase entwickeln. Dieser Raum ist nichts Anderes, als der Inhalt des Theils der Seele und Kammer, der hinter dem Geschoß bleibt, nachdem dieses in der Seele den Raum Δ_n durchflogen hat, nach Abzug des von dem noch unverbrannten Theil der Ladung eingenommenen Raumes. Der Inhalt dieses unverbrannten Theils ist gleich seinem Gewicht $a_n c$, dividirt durch das Gewicht einer Kubikeinheit des Wassers q und die Dichtigkeit der Pulverkörner δ, also $= \frac{a_n c}{q\delta}$. Bezeichnen wir den Inhalt des nach der Zeit t_n hinter dem Geschoß entstandenen Theils der Seele und Kammer mit V_n, so wird der Raum, in dem sich die Gase in dieser Zeit ausbreiten können, durch $V_n - \frac{a_n c}{q\delta}$ ausgedrückt und das Gewicht des Wassers, welches diesen letztern Raum einnimmt, ist

$$= q\left(V_n - \frac{a_n c}{q\delta}\right) = qV_n - \frac{a_n c}{\delta}.$$

Danach ist die Dichtigkeit der in der Seele des Geschützes gebildeten Gase, nach Verlauf der Zeit t, unter der Voraussetzung, daß sie für alle Schichten constant ist

$$\varrho = \frac{c(1 - a_n)}{qV_n - \frac{a_n c}{\delta}} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (22)$$

Für Geschütze ohne Kammer erhält man, wenn man die Länge der Ladung durch α und das Kaliber des Geschützes durch e ausdrückt.

$$V_n = \frac{\pi}{4}\, e^2(\alpha + \Delta_n),$$

und

$$\varrho = \frac{c(1 - a_n)}{\frac{\pi}{4}\, e^2 q(\alpha + \Delta_n) - \frac{a_n c}{\delta}} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (22_1)$$

In den beiden letzten Gleichungen, durch die die Dichtigkeit der Gase nach der Zeit t_n bestimmt wird, befinden sich zwei Unbekannte: a_n, das Verhältniß des Gewichts des unverbrannten Theils der Ladung zur ganzen, und Δ_n der vom Geschoß von seiner ursprünglichen Lage im Rohr in der Zeit t_n durchlaufene Weg.

Je größer der Raum ist, den die Ladung im Geschütz einnimmt, desto mehr Zeit erfordert ihr Zusammenbrennen und da bei Geschützen verschiedener Kaliber bei einem gleichem Ladungs-Verhältniß die Ladung um so länger ist, je größer das Kaliber ist, so müßte aus diesem Grunde die zu ihrem Zusammenbrennen erforderliche Zeit mit dem Kaliber wachsen. Auf der andern Seite wächst aber mit dem Kaliber auch die Fläche des Querschnitts der Ladung, wodurch die Temperatur, bei der die Verbrennung des Pulvers stattfindet, erhöht und diese beschleunigt wird.

Betrachtet man nun die Verbrennungszeit bei annähernd gleichem Ladungsverhältniß in Geschützen verschiedenen Kalibers als gleich groß, und nimmt an, daß bei ähnlichen Ladungen das Verhältniß des Gewichtes des unverbrannten Theils der Ladung zur ganzen Ladung a_n nach Verlauf derselben Zeit t_n in verschiedenen Geschützen dasselbe ist, so kann man die Dichtigkeit und folglich den Druck der Gase in dieser Zeit bei Geschützen jeden Kalibers bestimmen. Man braucht nämlich nur die Größen a_n, die für verschiedene Zeiten für ein bestimmtes Geschütz, in welchem man die Gasspannungen durch die erwähnten Versuche ermittelt hat, bekannt sind, in die Gleichung



(22) oder (22,) einzusetzen, worauf man dann die, diesen Zeiten entsprechenden Entfernungen des Geschosses von seiner ursprünglichen Lage im Rohr für jedes beliebige Geschütz, mit Hülfe der Formeln (14) und (12,) bestimmen kann*).

Bezeichnet man dazu das Kaliber des Kanons, bei dem die Gasspannungen durch Versuche ermittelt sind, z. B. des Preußischen 6pfders durch $\overline{e} = 3{,}708''$ (3,60″); das Gewicht seiner Ladung durch $\overline{c}$, die Länge der Ladung durch $\overline{\alpha}$; das Gewicht der 6pfdigen Kugel mit Spiegel durch $\overline{b} = 7{,}098$ Pfd. (6,217 Pfd.); ihren Durchmesser durch $\overline{d} = 3{,}604''$ (3,50″); ihren Abstand von der ursprünglichen Lage im Rohr nach der Zeit t_n durch $\overline{\varDelta_n}$, so kann man nach der am Ende des Aufsatzes gegebenen Tabelle über die Gasspannungen die Dichtigkeiten $\overline{\varrho_n}$ bestimmen, welche den Gasspannungen $\overline{p_n}$ im Preußischen 6pfer entsprechen. Auf diese Art ist die nachstehende Tabelle aus den in der Tabelle II enthaltenen Zahlen für das Schießen aus dem Preußischen 6pfder mit einer verlängerten Ladung von 2,284 Pfd. (2 Pfd.) mit Kugeln und Spiegeln berechnet. Wir haben uns dabei auf die Daten beschränkt, die aus den Resultaten gewonnen sind, welche man mit Cylindern von unter $15\frac{1}{2}$ Solotnik ($4\frac{1}{2}$ Loth) Gewicht erhielt, da das bei diesen Versuchen benutzte Pendel nur bis zu diesem Gewicht zuverlässige Angaben gewährte.

*) Um zu zeigen, daß die Annahme eines gleichzeitigen Verbrennens bei annähernd gleichem Ladungsverhältniß in Geschützen verschiedener Kaliber, keine großen Ungenauigkeiten erzeugt, wollen wir in der Folge die Gasspannungen in einem Preußischen 12pfder bei verlängerten Ladungen von 3,997 Pfd. ($3\frac{1}{2}$ Pfd.) mit Kugeln und Spiegeln, wie sie für dieses Geschütz durch Schießversuche bestimmt und in der Tabelle VI zusammengestellt sind, mit denen vergleichen, die auf die angegebene Weise für dieselbe Ladung aus den beim Schießen aus dem 6pfder mit einer verlängerten Ladung von 2,284 Pfd. (2 Pfd.) mit Kugeln und Spiegeln ermittelten Spannungen, berechnet sind.

Tabelle VII.

Preußisches 6pfündiges Feldkanon.

Verlängerte Ladung von 2,284 Pfd. (2 Pfd.) mit Kugeln und Spiegeln.

Länge der Ladung $\overline{\alpha} = 7{,}435''$ ($7{,}220''$).

Entfernung der Kugel von ihrer ursprünglichen Lage im Rohre. $\overline{\Delta}_n$		Von der Kugel in der Seele allmählig durchlaufene Räume. $\overline{\Delta}_n - \overline{\Delta}_{n-1}$		Zeit, in der die Kugel den Raum $\overline{\Delta}_n - \overline{\Delta}_{n-1}$ zurücklegte. $t_n - t_{n-1}$	Zeit, in der die Kugel den Raum $\overline{\Delta}_n$ zurücklegt. t_n	Druck der Gase auf 1□″ (1□″) unter der Voraussetzung, daß er für alle Schichten constant ist, während die Kugel den Raum $\overline{\Delta}_n - \overline{\Delta}_{n-1}$ durchläuft. $\overline{p}_n$		Dichtigkeit der Gase, unter der Voraussetzung, daß sie für alle Schichten constant ist, während die Kugel den Raum $\overline{\Delta}_n - \overline{\Delta}_{n-1}$ durchläuft. $\overline{\varrho}_n$
Russische Zoll.	Preuß. Zoll.	Russische Zoll.	Preuß. Zoll.	Secunden.	Secunden.	Russische Pud.	Preuß. Pfund.	
2,092	2,031	2,092	2,031	0,001014	0,001014	202	7501,3	0,200
2,995	2,908	0,903	0,877	0,000190	0,001204	322	11957,7	0,271
4,081	3,963	1,086	1,054	0,000179	0,001383	400	14854,2	0,308
6,095	5,918	2,014	1,956	0,000266	0,001649	281	10435,1	0,249
8,084	7,850	1,989	1,931	0,000217	0,001866	391	14520,0	0,304
12,422	12,062	4,338	4,212	0,000390	0,002256	283	10509,4	0,250



Die Gleichung (22_1), welche ein Bild für die Dichtigkeit der Gase nach der Zeit t_n unter der Voraussetzung gewährt, daß sie in allen Schichten constant ist, nimmt für den Preußischen 6pfder die nachfolgende Gestalt an:

$$\bar{\varrho}_n = \frac{\bar{c}(1 - a_n)}{\frac{\pi}{4}\bar{e}^2 q(\bar{\alpha} + \bar{\Delta}_n) - \frac{a_n \bar{c}}{\delta}}$$

woraus sich das Verhältniß des unverbrannten Theils der Ladung zur ganzen nach der Zeit t_n für den Preußischen 6pfder folgendermaßen entwickelt:

$$a_n = \frac{\bar{c} - \frac{\pi}{4}\bar{e}^2 q \bar{\varrho}_n(\bar{\alpha} + \bar{\Delta}_n)}{\bar{c}\left(1 - \frac{\varrho}{\delta}\right)}$$

Da wir nun angenommen, daß bei annähernd gleichem Ladungsverhältniß, dieses Verhältniß a_n nach der Zeit t_n für Geschütze aller Kaliber gleich ist, so setzen wir aus der vorstehenden Gleichung seinen Werth in die Gleichung (22) ein und erhalten so die Dichtigkeit der Gase für jedes Kaliber nach Verlauf der Zeit t_n unter der Voraussetzung, daß sie in allen Schichten constant ist, durch die nachstehende Gleichung ausgedrückt:

$$\varrho = \frac{c\bar{c}(\delta - \bar{\varrho}_n) + \frac{\pi}{4}\bar{e}^2 q c\delta(\bar{\alpha} + \bar{\Delta}_n)\bar{\varrho}_n - c\bar{c}\delta}{q V_n \bar{c}(\delta - \bar{\varrho}_n) + \frac{\pi}{4}\bar{e}^2 q c(\bar{\alpha} + \bar{\Delta}_n) - c\bar{c}} \quad . \quad . \quad (23)$$

Für Geschütze ohne Kammern ist

$$V_n = \frac{\pi}{4} e^2(\alpha + \Delta_n)$$

und also:

$$\varrho = \frac{c\bar{c}(\delta - \bar{\varrho}_n) + \frac{\pi}{4}\bar{e}^2 q c\delta(\bar{\alpha} + \bar{\Delta}_n)\bar{\varrho}_n - c\bar{c}\delta}{\frac{\pi}{4} e^2 q\bar{c}(\delta - \bar{\varrho}_n)(\alpha + \Delta_n) + \frac{\pi}{4}\bar{e}^2 q c(\bar{\alpha} + \bar{\Delta}_n)\bar{\varrho}_n - c\bar{c}} \quad (23_1)$$

Zur Bestimmung der in den beiden letzten Gleichungen befindlichen unbekannten Entfernung Δ_n der Kugel von ihrer ursprünglichen

Stelle im Rohr nach t_n Sekunden entwickelt man aus der Gleichung (12_1)

$$v_n + v_{n-1} = \frac{2(\Delta_n - \Delta_{n-1})}{k(t_n - t_{n-1})}$$

woraus sich:

$$v_n = \frac{2(\Delta_n - \Delta_{n-1})}{k(t_n - t_{n-1})} - v_{n-1} \quad . \quad . \quad . \qquad (24)$$

und

$$v^2_n = \frac{4(\Delta_n - \Delta_{n-1})^2}{k^2(t_n - t_{n-1})^2} - \frac{4(\Delta_n - \Delta_{n-1})}{k(t_n - t_{n-1})} v_{n-1} + v^2_{n-1}$$

oder

$$v^2_n - v^2_{n-1} = \frac{4(\Delta_n - \Delta_{n-1})^2}{k^2(t_n - t_{n-1})^2} - \frac{4(\Delta_n - \Delta_{n-1})}{k(t_n - t_{n-1})} v_{n-1}$$

entwickelt. Setzt man diesen Ausdruck in die Gleichung (14_1) ein und bestimmt aus ihm $\Delta_n - \Delta_{n-1}$, so erhält man:

$$\Delta_n = \Delta_{n-1} + \frac{\varkappa g k^2 d^2}{8Mb} (t_n - t_{n-1})^2 \cdot p_n + K v_{n-1} (t_n - t_{n-1}) \qquad (25)$$

worin K und M durch die Gleichungen (6) resp. (13) bestimmt werden.

Mit Hülfe der Gleichungen (23) oder (23_1), (24) und (25) und der zum Schluß beigefügten Tabelle für die, den verschiedenen Dichtigkeiten entsprechenden Gasspannungen kann man in Geschützen jedes beliebigen Kalibers die Gasspannungen, unter der Voraussetzung daß sie in allen Schichten constant sind, dann die Geschwindigkeiten des Geschosses und die von ihm durchflogenen Räume für die Zeiten bestimmen, für welche die Gasspannungen und die vom Geschoß im Rohr zurückgelegten Räume beim Preußischen 6pfder bekannt sind. Der Druck der Gase auf das Geschoß und den Seelenboden wird dann unter Zuhülfenahme der Gleichungen (15_2) und (16_3) bestimmt.

Um den Gang der Ausrechnung an einem Beispiel zu zeigen, wollen wir als Beispiel ein 60pfdiges Kanon annehmen, aus dem mit einer verlängerten Ladung von 18 Pfd. Pulver und Kugeln geschossen werden soll*). Die Zusammenstellung der für den Guß eines solchen

*) Auch bei diesem Beispiele ist die Reduktion der in ihm vorkommenden Maaße als gleichgültig für die darin gemachte Darlegung unterblieben.

Geschützes aus Bronze erforderlichen Zeichnung war der Artillerie-Abtheilung des militair-wissenschaftlichen Komité's vom Stabschef des Inspekteurs der gesammten Artillerie übertragen, welche mir die Entwerfung derselben anbefahl.

Das Kaliber des 60pfdigen Kanons e ist = 7,7″; das Gewicht der Kugel b = 63 ℔; ihr Durchmesser d = 7,56″. Nehmen wir das Gewicht eines broncenen 60pfders für eine Ladung von 18 ℔ bestimmt gleich 210mal des Kugelgewichts und das Gewicht der dazu gehörigen hölzernen Laffete ungefähr = 45 Pud an, so wird das summarische Gewicht beider B = 15000 ℔. Um zu verhindern, daß die Anwendung einer verlängerten Ladung einen merkbaren Einfluß auf die Verminderung der Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses gewönne, nehmen wir den Durchmesser dieser Ladung = 6,7″ an. Bei einer Dichtigkeit des Geschützpulvers in ihr von 0,96 wird die Länge einer 18 ℔ schweren Ladung α = 13,31″; c ist hier = 18 ℔.

Das Gewicht eines Kubikzolles q ist = 0,03997 ℔ die Dichtigkeit der Pulverkörner $\delta = 1{,}53$.

Für den Preußischen 6pfder haben wir bei einer verlängerten Ladung von 2,284 ℔ mit Kugeln und Spiegeln:

$\overline{e} = 3{,}708''$; $\overline{d} = 3{,}604''$; $\overline{\alpha} = 7{,}435''$; $\overline{b} = 7{,}098$ ℔; $\overline{c} = 2{,}284$ ℔.

1) Aus der Tabelle VII haben wir nach Verlauf der Zeit $t_1 = 0{,}001014$ Sekunden, $\overline{\varDelta_1} = 2{,}092''$, $\overline{\varrho_1} = 0{,}200$, $\overline{p_1} = 202$ Pud.

a. Die Dichtigkeit der Gase in einem 6pfder ist nach Verlauf der Zeit $t_1 - 0 = 0{,}001014$ Sekunden unter der Voraussetzung, daß sie für alle Schichten constant ist nach der Gleichung (23,)

$$\varrho_1 = \frac{41{,}112(1{,}53 - 0{,}200) + 11{,}887(7{,}435 + 2{,}092)0{,}200}{4{,}2511(1{,}53 - 0{,}200)(13{,}31 + \varDelta_1) + 7{,}7692(7{,}435 + 2{,}092)0{,}200 - 41{,}112 - 62{,}901}$$

$$= \frac{14{,}427}{5{,}6540(13{,}31 + \varDelta_1) - 26{,}309} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (a)$$

Setzt man darin die erste Annäherung $\varDelta_1 = \overline{\varDelta_1} = 2{,}092$, so erhält man die erste Annäherung für $\varrho_1 = 0{,}237$.

b. Sucht man aus der am Schluß beigefügten Tabelle für die Gasspannungen die dieser Dichtigkeit entsprechende Spannung auf, so erhält man für den Gasdruck auf 1□″ die erste Annäherung, $p_1 = 260$ Pud.

c. Der von der Kugel in dem 60pfdigen Kanon während 0,001014 Sekunden durchflogene Raum wird nach der Gleichung (25) (unter Berücksichtigung, daß Δ_0 und v_0, entsprechend $t = 0$, gleich 0 sind und daß nach der Gleichung (3) $N = 1{,}1006$, nach (6) $k = 1{,}00496$ und nach (13) $M = 1{,}004$ ist):

$$\Delta_1 = \frac{3{,}14159 \,.\, 32{,}214 \,.\, 12(1{,}00496)^2(7{,}56)^2 \,.\, 40}{8 \,.\, 1{,}1004 \,.\, 63}(0{,}001014'' - 0)^2 p_1$$

$$= 5055{,}0(0{,}001014'' - 0)^2 p_1$$

$$= 0{,}0050792 \,.\, p_1 \quad \ldots \ldots \ldots \quad \text{(b)}$$

Setzt man für p_1 seine erste Annäherung = 260 Pud ein, so erhält man die zweite Annäherung für $\Delta_1 = 1{,}32''$.

Setzt man diesen Werth in die Gleichung (a) ein, so erhält man die zweite Annäherung für $\varrho_1 = 0{,}256$; und nach der Tabelle für die Gasspannungen erhält man die zweite Annäherung für $p_1 = 294$ Pud.

Dies wieder in die Gleichung (6) substituirt, ergiebt die dritte Annäherung für $\Delta_1 = 1{,}49''$.

Auf gleiche Weise erhält man
die 3te Annäherung für $\varrho_1 = 0{,}251$; $p_1 = 284$ Pud.
" 4te " " $\Delta_1 = 1{,}44''$; $\varrho_1 = 0{,}253$; $p_1 = 288$ Pud.
" 5te " " $\Delta_1 = 1{,}46''$; $\varrho_1 = 0{,}252$; $p_1 = 286$ Pud.
" 6te " " $\Delta_1 = 1{,}45''$; $\varrho_1 = 0{,}252$.

Da die 6te Annäherung für ϱ_1 gleich der 5ten ist, so werden die wahren Werthe*) von $\Delta_1 = 1{,}45''$; $\varrho_1 = 0{,}252$; $p_1 = 286$ Pud.

d. Die Geschwindigkeit der 60pfdigen Kugel nach der Zeit $t_1 = 0{,}00104$ Sekunden wird nach der Gleichung (24) (wobei

*) d. h. die Annäherungswerthe von genügender Genauigkeit.

zu erinnern bleibt, daß Δ_0 und $v_0 = 0$ und k nach der Gleichung (6) = 1,00496 ist):

$$v_1 = \frac{2(1,45 - 0)}{1,00496(0,00104'' - 0)}$$
$$= 2846'' = 237'.$$

e. Der Gasdruck auf einen Quadratzoll des Geschosses wird während der Zeit $t_1 - 0 = 0,001014$, während es den Raum $\Delta_1 - 0 = 1,45''$ durchfliegt, nach der Gleichung (15_2)

$$p_1' = \frac{1,00496}{1,1004} . 286$$
$$= 161 \text{ Pud.}$$

f. Der Gasdruck auf 1 □″ des Seelenbodens wird in derselben Zeit nach der Gleichung (16_3):

$$p_1'' = \frac{1,1377 . 1,00496}{1,1004} . 286$$
$$= 297 \text{ Pud.}$$

2) Nach Verlauf der Zeit $t_2 = 0,001204$ Sekunden, haben wir $\overline{\Delta}_2 = 2,995''$; $\overline{\varrho}_2 = 0,271$; $\overline{p}_2 = 322$ Pud.

a. Die Dichtigkeit der Gase in dem 60pfder ist während der Zeit $t_2 - t_1 = 0,000190$ Sekunden, unter der Voraussetzung, daß sie für alle Schichten constant ist nach der Gleichung (23_1).

$$\varrho_2 = \frac{22,457}{5,3521(13,31 + \Delta_2) - 19,152} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{(c)}$$

Setzt man als erste Annäherung $\Delta_2 - \Delta_1 = \overline{\Delta}_2 - \overline{\Delta}_1 = 0,903''$, so wird der erste Annäherungswerth für $\Delta_2 = 0,903'' + 1,45'' = 2,353''$; setzt man dies in die letzte Gleichung ein, so erhält man den ersten Annäherungswerth für $\varrho_2 = 0,347$.

b. Aus der Tabelle für die Gasspannungen entnehmen wir den, dieser Dichtigkeit entsprechenden Druck auf 1 □″ und finden danach deren ersten Näherungswerth $p_2 = 495$ Pud, immer unter der Voraussetzung, daß die Gasspannungen in allen Schichten constant sind.

c. Der von der Kugel während der Zeit $t_2 = 0,001204''$ im Rohr zurückgelegte Weg ist nach der Gleichung (25)

$$\Delta_2 = 1,45'' + 5055,0(0,000190'')^2 p_2 + 1,00496 . 2846 . 0,000190'' \quad \text{(d)}$$

Setzt man hier statt p_2 seinen ersten Näherungswerth $= 495$ Pud ein, so erhält man die zweite Annäherung für $\Delta_2 = 2{,}08''$.

Dies in die Gleichung (c) substituirt, ergiebt den zweiten Näherungswerth von $\varrho_2 = 0{,}355$.
und aus der Tabelle für die Gasspannungen ergiebt sich p_2 in der zweiten Annäherung $= 516$ Pud.

Dies wieder in die Gleichung (d) eingesetzt, ergiebt die dritte Annäherung für $\Delta_2 = 2{,}09''$.

Durch Substitution dieses Werthes in die Gleichung (c) erhält man den dritten Näherungswerth für $\varrho_2 = 0{,}355$.

Da dieser dritte Näherungswerth für ϱ_2 gleich dem zweiten ist, so werden die wahren Werthe von $\Delta_2 = 2{,}09''$; $\varrho_2 = 0{,}355$; $p_2 = 516$ Pud.

d. Die Geschwindigkeit der 60pfdigen Kugel nach der Zeit $t_2 = 0{,}001204''$ ist nach der Gleichung (24)

$$v_2 = \frac{2(2{,}09 - 1{,}45)}{1{,}00496 \,.\, 0{,}000190''} - 2846$$
$$= 3826'' = 319'.$$

e. Der Gasdruck auf 1□″ des Geschosses ist während der Zeit $t_2 - t_1 = 0{,}000190''$, während es den Raum $\Delta_2 - \Delta_1 = 2{,}09'' - 1{,}45'' = 0{,}64''$ zurücklegt, nach der Gleichung (15_2):

$$p_2' = \frac{1{,}00496}{1{,}1004}\, 516$$
$$= 471 \text{ Pud}.$$

f. Der Gasdruck auf 1□″ des Seelenbodens ist in derselben Zeit nach der Gleichung (16_3):

$$p_2'' = \frac{1{,}1377 \,.\, 1{,}00496}{1{,}1004}\, 516$$
$$= 536 \text{ Pud}.$$

und so weiter.

Auf diese Art ist die nachstehende Tabelle zusammengestellt.



Tabelle VIII.

60pfündiges

Verlängerte Ladung von 18 u.

Durchmesser der La

Zeit. t.	Aufeinander folgende Zeiträume. $t_n - t_{n-1}$	Entfernung der Kugel von ihrer ursprünglichen Lage im Rohr nach der Zeit t. Δ.		Von der Kugel in d. Zeiträumen $t_n - t_{n-1}$ allmählig durchlaufene Räume. $\Delta_n - \Delta_{n-1}$		Geschwindigkeit der Kugel nach Verlauf der Zeit t. v.	
Sekunden.		Russ.	Preuß.	Russ.	Preuß.	Russ.	Preuß.
		Zoll.				Fuß.	
0,001014	0,001014	1,45	1,408	1,45	1,408	237	230,1
0,001204	0,000190	2,09	2,029	0,64	0,621	319	309,7
0,001383	0,000179	2,89	2,806	0,80	0,777	425	412,7
0,001649	0,000266	4,45	4,321	1,56	1,515	546	530,1
0,001866	0,000217	6,08	5,904	1,63	1,583	696	675,8
0,002256	0,000390	9,84	9,555	3,76	3,650	902	875,8

Um zu zeigen, in welchem Grade die in dieser Tabelle aufgeführten Zahlen, die man unter der Voraussetzung, daß für annähernd gleiche Ladungsverhältnisse das Verhältniß des Gewichts des unverbrannten Theils der Ladung zur ganzen nach Verlauf einer gleichen Zeit bei verschiedenen Kalibern dasselbe ist, nach den aus den Versuchen mit einem Preußischen 6pfder gewonnenen Resultaten berechnet hat, zuverlässig sind, wollen wir unter dieselbe Voraussetzung die

Tabelle VIII.

Kanon.

(15,678 ℔) mit Kugeln.

dung 6,7″ (6,506″).

Dichtigkeit der Gase, unter der Voraussetzung, daß sie für alle Schichten constant ist, in dem Zeitraum $t_n - t_{n-1}$, während die Kugel den Raum $\Delta_n - \Delta_{n-1}$ durchläuft. ϱ	Druck der Gase auf 1□″ (1□″) unter der Voraussetzung, daß er für alle Schichten constant ist, in dem Zeitraum $t_n - t_{n-1}$, während die Kugel den Raum $\Delta_n - \Delta_{n-1}$ durchläuft. p.		Druck der Gase auf 1□″ (1□″) des Geschosses in derselben Zeit $t_n - t_{n-1}$. p′.		Druck der Gase auf 1□″ (1□″) des Seelenbodens in der Zeit $t_n - t_{n-1}$. p″.	
	Russ. Pud.	Preuß. Pfd.	Russ. Pud.	Preuß. Pfd.	Russ. Pud.	Preuß. Pfd.
0,252	286	10620,7	261	9692,4	297	11029,2
0,355	516	19162,0	471	17490,8	536	19904,7
0,418	710	26366,2	648	2 409	737	27368,9
0,364	541	20090,4	494	18344,9	562	20870,2
0,450	829	30785,4	757	28111,6	861	31973,8
0,394	631	23432,6	576	21390,1	655	24323,9

Gasspannungen in einem Preußischen 12pfder bei einer verlängerten Ladung von 3,997 ℔ (3½ ℔) mit Kugeln und Spiegeln nach den, mit dem 6pfder bei einer verlängerten Ladung von 2,284 ℔ (2 ℔) mit Kugeln und Spiegeln erhaltenen Daten ermitteln. Die Resultate dieser Berechnung sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle IX.

Preußisches 12pfün

Verlängerte Ladung von 3,997 ℔

Zeit. t.	Aufeinander folgende Zeiträume. $t_n - t_{n-1}$	Entfernung der Kugel von ihrer ursprünglichen Lage im Rohr nach der Zeit t Δ.		Von der Kugel in d. Zeiträumen $t_n - t_{n-1}$ allmählig durchlaufene Räume. $\Delta_n - \Delta_{n-1}$		Geschwindigkeit der Kugel nach Verlauf der Zeit t. v.	
Sekunden.		Russ. Zoll.	Preuß. Zoll.	Russ. Zoll.	Preuß. Zoll.	Russ. Fuß.	Preuß. Fuß.
0,001014	0,001014	1,74	1,689	1,74	1,689	295	286,4
0,001204	0,000190	2,52	2,446	0,78	0,757	385	373,8
0,001383	0,000179	3,47	3,369	0,95	0,922	495	480,6
0,001649	0,000266	5,28	5,127	1,81	1,757	608	590,4
0,001866	0,000217	7,05	6,845	1,77	1,719	743	721,4
0,002256	0,000390	10,97	10,652	3,92	3,806	924	897,2



Tabelle IX.

diges Kanon.

(3½ ℔.) mit Kugeln und Spiegeln.

Dichtigkeit der Gase, unter der Voraussetzung, daß sie für alle Schichten constant ist, in dem Zeitraum $t_n - t_{n-1}$, während die Kugel den Raum $\Delta_n - \Delta_{n-1}$ durchläuft. ϱ	Druck der Gase auf 1□″ (1□″) unter der Voraussetzung, daß er für alle Schichten constant ist, in dem Zeitraum $t_n - t_{n-1}$, während die Kugel den Raum $\Delta_n - \Delta_{n-1}$ durchläuft. p.		Druck der Gase auf 1□″ (1□″) des Geschosses in derselben Zeit $t_n - t_{n-1}$. p′.		Druck der Gase auf 1□″ (1□″) des Seelenbodens in der Zeit $t_n - t_{n-1}$. p″.	
	Ruff. Pud.	Preuß. Pfd.	Ruff. Pud.	Preuß. Pfd.	Ruff. Pud.	Preuß. Pfd.
0,208	214	7947,0	196	7278,6	221	8207,0
0,287	354	13146,0	323	11994,8	366	13591,6
0,331	454	16859,5	415	15411,2	470	17453,7
0,273	326	12106,2	298	11066,4	337	12514,7
0,337	469	17416,6	429	15931,1	485	18010,7
0,283	346	12848,9	316	11734,9	358	13294,6

Bestimmt man nun zum Vergleich aus der Tabelle VI durch einfache Interpolation die Größen Δ, $\Delta_n - \Delta_{n-1}$, v, p, p′ und p″, die auf Grund der Versuche mit einem Preußischen 12pfder bei einer verlängerten Ladung von 3,997 ℔. (3½ ℔.) mit Kugeln und Spiegeln berechnet sind, für die in der Tabelle IX angegebenen Zeiten, so bilden die Resultate die folgende Tabelle.

Tabelle X.

Preußisches 12pfündiges Kanon.

Verlängerte Ladung von 3,997 ℔ (3½ ℔ mit Kugeln und Spiegeln.

Zeit.	Aufeinander folgende Zeiträume.	Entfernung der Kugel von ihrer ursprünglichen Lage im Rohr nach der Zeit t.		Von der Kugel in den Zeiträumen $t_n - t_{n-1}$ allmählig durchlaufene Räume.		Geschwindigkeit der Kugel nach Verlauf der Zeit t.		Druck der Gase auf 1□″ (1□″) unter der Voraussetzung, daß er für alle Schichten constant ist, in dem Zeitraum $t_n - t_{n-1}$, während die Kugel den Raum $\varDelta_n - \varDelta_{n-1}$ durchläuft.		Druck der Gase auf 1□″ (1□″) des Geschosses in derselben Zeit $t_n - t_{n-1}$.		Druck der Gase auf 1□″ (1□″) des Seelenbodens in der Zeit $t_n - t_{n-1}$.	
t.	$t_n - t_{n-1}$.	$\varDelta$.		$\varDelta_n - \varDelta_{n-1}$.		v		p.		p′.		p″.	
Sekunden.		Zoll. Russ.	Preuß.	Russ.	Preuß.	Fuß. Russ.	Preuß.	Russ. Pud.	Preuß. Pfd.	Russ. Pud	Preuß. Pfd.	Russ. Pud.	Preuß. Pfd.
0,001014	0,001014	1,70	1,651	1,70	1,651	290	281,6	258	9581,0	236	8764,0	267	9915,2
0,001204	0,000190	2,42	2,350	0,72	0,699	380	369,0	348	12923,2	318	11809,1	360	13368,8
0,001383	0,000179	3,34	3,243	0,92	0,893	495	480,6	479	17787,9	438	16265,3	496	18419,2
0,001649	0,000266	5,19	5,039	1,85	1,796	653	634,1	464	17230,9	423	15708,3	479	17787,9
0,001866	0,000217	7,10	6,894	1,91	1,854	791	768,1	476	17676,5	435	16153,9	493	18307,8
0,002256	0,000390	11,31	10,982	4,21	4,088	964	936,0	330	12254,8	302	11215,0	342	12700,4

Wenn man die Größen Δ, v, p, p' und p'' in den beiden letzten Tabellen vergleicht, so sieht man, daß sie für ein und dieselbe Zeit wenig von einander abweichen, die Verschiedenheit des Drucks der Gase auf den Seelenboden beträgt nach Verlauf der Zeit $t = 0{,}001866''$, in welchem Moment der Druck das höchste beobachtete Maaß erreichte, nur 8 Pud (297,1 ℔.) auf 493 ($\frac{1}{55}$ des ganzen Druk-kes). Dieser Umstand rechtfertigt die Voraussetzung, auf die wir bei dem Uebergang von den bekannten Gasspannungen in der Seele eines Geschützes zu den unbekannten in einem andern fußten und bestätigt die in der Tabelle VIII. für das 60pfdige Kanon berechneten Zahlen.

Aus dieser Tabelle kann man die Gasspannungen in der Seele eines 60pfdigen Kanons bei den verschiedenen Lagen der Kugel im Rohr bis zu der Entfernung von 9,84'' (9,555'') von ihrer ursprünglichen Lage entnehmen. Um die Gasspannung an der Mündung zu bestimmen, schicken wir voraus, daß gleich kugelschwere Ladungen bei verschiedenen Geschützen, die im Verhältniß zu ihrem Kaliber gleiche Länge haben, den Geschossen fast gleiche Anfangsgeschwindigkeiten ertheilen*) und daß bei Geschützen desselben Kalibers von verschiedener Länge, so lange diese sich noch in den allgemein für Geschütze angenommenen Gränzen hält, die Geschwindigkeiten der Geschosse, bei ihrem Herausfliegen aus der Mündung für Ladungen von $\frac{2}{7}$ Kugelschwere den vierten Wurzeln aus der Seelenlänge proportional sind**). Die in Rußland angestellten Versuche, bei denen man zur Ermittelung

---

*) Diesen Grundsatz kann man nach den Resultaten der in Frankreich angestellten, sehr umfangreichen Versuche zur Bestimmung der Anfangs-Geschwindigkeiten der Geschosse bei verschiedenen Ladungen und Geschützen jeden Kalibers mit Hülfe des ballistischen Pendels, wie sie im **Mémorial d'artillerie No. VII. 1852** dargestellt sind, als richtig annehmen.

) Dieser Satz ist von dem Oberst Duchemin in seinem Aufsatz über die Anfangs-Geschwindigkeit der Geschosse im **Mémorial de l'artillerie No. IV. 1837, für alle Ladungen angenommen. Wenn man aber die Anfangs-Geschwindigkeiten bei verschiedenen Ladungen bei den französischen Feld- und Belagerungs-12pfdern, wie sie im 7. Bande des Mémorial's angegeben sind, vergleicht, so zeigt sich, daß die Annahme von Duchemin nur für $\frac{2}{7}$ kugelschwere Ladungen richtig ist. Aus den bei den Versuchen mit diesen Geschützen entwickelten Anfangs-Geschwindigkeiten kann man schließen, daß sie resp. den 0,13, 0,15, 0,22, 0,24 und 0,27sten Potenzen der Seelenlänge proportional sind.

der Anfangs-Geschwindigkeit der Geschosse, mit einem schweren 12pfdigen Kanon gegen den Recepteur eines ballistischen Pendels schoß, ergeben, daß dieselben bei einer Ladung von 4 Pfd. (3,504 Pfd.) ($\frac{2}{7}$ kugelschwer) = 1532′ (1487,6′) ist, und da die Seele dieses Geschützes 15,5 Kaliber lang ist, so würde die Seele eines 60pfdigen Kanons ebensoviel Kaliber, d. h. 119,35″ (115,889″) lang sein müssen, um bei einer Ladung von 18 Pfd. (15,678 Pfd.) ($\frac{2}{7}$ kugelschwer) dieselbe Anfangs-Geschwindigkeit von 1532′ (1487,6′) zu ergeben. Bei der Construction des broncenen 60pfders nahmen wir seine Seelenlänge zu 115,5″ (112,150″) an und die Anfangs-Geschwindigkeit wird demnach bei dieser Seelenlänge und 18 Pfd. (15,678 Pfd. Ladung $1532 \sqrt[4]{\frac{115,50}{119,35}} = 1519'$ (1474,9′).

Die Geschwindigkeit der Kugel, ein Kaliber oder 7,7″ (7,477″) von der Mündung wird dann: $1519 \sqrt[4]{\frac{107,80}{115,50}} = 1493'$ (14,497′).

Die Gasspannungen in dem Raum 7,7″ (7,477″) von der Mündung werden durch die Formeln (14_1), (15_2) und (16_3) ermittelt, aus welchen wir folgende Data finden:

Der Gasdruck auf 1□″ (1□″) ist, wenn sich die 60pfdige Kugel an der Mündung befindet, unter der Voraussetzung, daß er für alle Schichten constant ist,

$$p = 73 \text{ Pud } (2710,9 \text{ Pfd.});$$

der Gasdruck auf 1□″ (1□″) der 60pfdigen Kugel ist in demselben Moment

$$p' = 67 \text{ Pud } (2488,1 \text{ Pfd.});$$

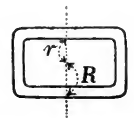
der Gasdruck auf 1□″ (1□″) des Seelenboden des 60pfdigen Kanons endlich ist in demselben Moment

$$p'' = 76 \text{ Pud } (2822,3 \text{ Pfd.});$$

Da wir nun die Gasspannungen in den verschiedenen Punkten der Seele kennen, so wollen wir zeigen, auf welche Art man die Dicke der Seelenwände demgemäß bestimmt, wobei wir die von Piobert darüber aufgestellten Regeln zu Grunde legen. Wir wollen dazu den Widerstand betrachten, den eine cylindrische, an beiden Enden verschlossene Röhre dem Zerspringen in der Richtung des Querschnittes,

senkrecht zur Achse und in der Längenrichtung des Cylinders entgegen zu setzen hat.

Bezeichnet man durch R und r den äußern und innern Halbmesser der cylindrischen Röhre, durch T den Widerstand, den das Metall auf eine Flächeneinheit des Querschnitts dem Zerspringen entgegensetzt;



durch p den Druck der Pulvergase auf eine Flächeneinheit des Querschnitts, so ist der Gasdruck auf die Kreisfläche, senkrecht zur Achse des Cylinders $= p \cdot \pi r^2$. Der Querschnitt der cylindrischen Röhre senkrecht zur Achse ist $\pi R^2 - \pi r^2$ und der Widerstand, den er dem Zerspringen entgegensetzt $T\pi (R^2 - r^2)$, so daß der größeste Gasdruck, den die Röhre in der Richtung senkrecht zur Achse aushalten kann, aus der Gleichung

$$p \pi r^2 = T \cdot \pi (R^2 - r^2)$$

erhalten wird, wonach sich

$$p = T \left(\frac{R^2}{r^2} - 1\right)$$

entwickelt.

Zur Bestimmung des Gasdruckes, der ein Zerspringen in der Richtung der Länge der Röhre hervorbringen kann, bezeichnen wir durch l die Länge, nach welcher der Sprung entsteht. Der Durchschnitt der Röhre nach der Richtung der Länge l bildet 2 Rechtecke, deren



Länge l und deren Breite $R - r$ ist; der Widerstand, den dieser Durchschnitt dem Zerspringen entgegensetzt, ist gleich $2\,T\,(R - r)\,l$.

Der Druck der Pulvergase auf das Rechteck von der Länge l und der Breite 2r ist $= 2prl$, so daß die größeste Gasspannung, welche die Röhre in der Richtung ihrer Länge aushalten kann, aus

der Gleichung

$$2prl = 2T(R - r)l$$

entwickelt wird, wo dann

$$p = T\left(\frac{R}{r} - 1\right)$$

ist.

Dieser Druck ist, wie man sieht, von der Länge des Cylinders unabhängig und immer kleiner, als der Druck in der Länge der Achse des Cylinders, denn der Bruch $\frac{R}{r}$ ist immer größer als 1. Wenn also nun der Gasdruck auch nur im Geringsten die Größe $T\left(\frac{R}{r} - 1\right)$ übersteigt, so wird er die Röhre oder das Geschütz der Länge nach aufreißen, während er noch nicht ausreicht, um das Geschütz in der Richtung, senkrecht zur Achse zu zersprengen.

Demnach ist es also nöthig, um ein Geschütz vor dem Zerspringen zu bewahren, daß

$$p < T\left(\frac{R}{r} - 1\right)$$

oder, wenn man die Dicke der Geschützwände $R - r$ durch E und das Kaliber des Geschützes 2r durch e bezeichnet, daß

$$p < 2T\frac{E}{e}$$

wonach also

$$E > \frac{1}{2}e\frac{p}{T}$$

sein muß.

Die Metallstärke eines Geschützes muß immer größer sein, als gerade eben für den Widerstand gegen das Zerspringen ausreichend ist. Nach den, fortwährend in der neuen Geschützgießerei des Arsenals zu St. Petersburg angestellten Prüfungen ergiebt sich, daß die mittlere Widerstandsfähigkeit der Geschützbronce gegen das Zerspringen 729 Pud (27071,8 Pfd.) auf 1 □″ (1 □″) ausmacht. Da nun aber eine Dehnung des Metalls schon bei $\frac{2}{3}$ des Gewichts eintritt, welches zum Zersprengen erforderlich ist, also für die Geschützbronce bei einem Druck von 486 Pud (18047,9 Pfd.) so kann man die Dicke der

Geschützwandungen eines bronzenen Geschützes unter der Annahme bestimmen, daß die Widerstandsfähigkeit des Metalles eine bekannte Grenze, z. B. 390 Pud (14482,9 ℔.) auf 1 □″ (1 □″) nicht übersteigt.

Auf Grund dieser Betrachtungen finden wir die Dicke der Seelenwände, die man dem bronzenen 60pfdigen Kanon geben muß. Aus der Tabelle VIII ist ersichtlich, daß der größeste Gasdruck gegen den Seelenboden bei diesem Geschütz mit einer verlängerten Ladung von 18 ℔. (15,678 ℔.) und Kugeln 861 Pud (31973,8 ℔.) beträgt, wenn die Kugel sich von ihrer ursprünglichen Lage im Rohr in dem Abstand $\varDelta = 6{,}08''$ (5,904″) oder vom Seelenboden $\Theta = \alpha + \varDelta = 13{,}31'' + 6{,}08'' = 19{,}39''$ (18,828″) befindet. Demnach muß die Metallstärke des 60pfders am Seelenboden betragen

$$E = \tfrac{1}{2} \cdot 7{,}7 \cdot \frac{861}{390}$$
$$= 8{,}5''\,^{*)}\ (8{,}253'')$$

Der Gasdruck gegen die Kugel, wenn diese 6,08″ (5,904″) von ihrer ursprünglichen Lage im Rohr oder 19,39″ (18,828″) vom Seelenboden entfernt ist, beträgt 757 Pud (28111,6 ℔.). Danach muß die Metallstärke an dieser Stelle sein:

$$8{,}5'' \cdot \frac{757}{861} = 7{,}47''\ (7{,}253'')$$

Der Gasdruck auf die Kugel, wenn sie 9,84″ (9,555″) von ihrer ursprünglichen Lage im Rohr und 23,15″ (22,479″) vom Seelenboden

---

*) Dieselbe Metallstärke erhält man, wenn man sie auf Grund der Annahme berechnet, daß sie denselben Widerstand gegen die Wirkung der Schüsse leistet, wie beim französischen 24pfdigen Belagerungskanon mit $\frac{1}{3}$ kugelschwerer Ladung. Die Metallstärke dieses Geschützes am Boden beträgt nämlich 0,965 Kaliber und der größeste Druck, den die Pulvergase bei ihm auf den Seelenboden ausüben, macht 750 Pud (27851,7 ℔.) auf 1□″ (1□″) aus. Damit nun das 60pfdige bronzene Kanon dieselbe Widerstandsfähigkeit am Boden habe, als der französische Belagerungs-24pfder, muß

$$E = 0{,}965 \cdot 7{,}7 \cdot \frac{861}{750}$$
$$= 8{,}5''\ (8{,}253'')$$

sein.



entfernt ist, beträgt 576 Pud (21390,1 ℔); es muß also die Metallstärke an dieser Stelle

$$8{,}5'' \cdot \frac{576}{861} = 5{,}69'' \ (5{,}525'') \text{ sein.}$$

Wenn sich endlich die Kugel an der Mündung befindet, so beträgt die Gasspannung 67 Pud (2488,1 ℔) und es brauchte danach also die Metallstärke an der Mündung nur

$$8{,}5'' \ \frac{67}{861} = 0{,}67'' \ (0{,}651'')$$

zu betragen. Da aber bei bronzenen Geschützen die Seelenwände an der Mündung nicht nur den Druck der Pulvergase, sondern auch die Anschläge des Geschosses auszuhalten haben, die mit der Vergrößerung des Kugellagers und der Beulen in der Seele ebenfalls stärker werden, so muß man die Metallstärke an dieser Stelle größer machen, als dies bloß gegen den Druck der Pulvergase erforderlich sein würde.

In dem projektirten Russischen bronzenen 60pfdigen Kanon ist, wie dies aus der am Schluß beigefügten Zeichnung zu entnehmen ist, die Metallstärke am Seelenboden 8,51″ (8,263″), am vordern Ende des Bodenstückes, 28″ (27,188″) vom Seelenboden entfernt 8,05″ (7,816″); am hintern Ende des Zapfenstücks 7,70″ (7,477″), am vorderen, 53″ (51,463″) vom Seelenboden entfernt, 6″ (5,826″); am hintern Ende des langen Feldes 5,85″ (5,680″) am Hals desselben, auf 100″ (97,100″) Entfernung vom Boden 4″ (3,884″) und ebensoviel an der Mündung. Die Entfernung der äußeren Flächen der Schildzapfenscheiben, und die Abmessungen der Schildzapfen sind wie beim 3pudigen eisernen Bombenkanon, damit man das 60pfdige Kanon in derselben Laffete brauchen kann. Damit ferner bei allen Erhöhungswinkeln der Berührungspunkt des Rohres mit der Richtmaschine immer in die Achse der Richtspindel falle, ist die untere Kante des Bodens durch einen Bogen ab, der mit dem Radius oa geschlagen ist, abgerundet.

Das Gewicht des 60pfdigen bronzenen Kanons stellte sich auf 330 Pud (11563,2 ℔); das Hintergewicht beträgt 20 Pud (700,8 ℔), wobei der Lagerpunkt 73,28″ (71,155″) von der Mündung zu liegen kam.

Notizen

von dem aus dem Auslande zurückgekehrten Lieutenant der reitenden Leibgarde-Artillerie Johanni über die in neuester Zeit in Berlin mit einem Preußischen Feld-12pfünder angestellten Versuche.

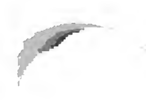
Das Kaliber des 12pfdigen Kanons ist 4,675″ (4,54″), die Seelenlänge 76,562″ (74,35″), das Totalgewicht des Rohres und der Laffete 3300 ℔ (2890,8 ℔). Der Durchmesser der cylindrischen Stollengeschosse betrug 0,299″ (0,290″), der von ihnen im Stollenkanal zurückgelegte Weg 5,664″ (5,50″). Das Gewicht der Kugel beträgt 13,61 ℔ (11,922 ℔) ihr Durchmesser 4,530″ (4,40″), das Gewicht des Spiegels 0,55 ℔ (0,481 ℔).

Gewöhnliche Ladung von 3,997 U. (3½ U.) mit Kugeln und Spiegeln. Länge der Ladung 6,961'' (6,76'').				Verlängerte Ladung von 3,997 U. (3½ U.) mit Kugeln und Spiegeln. Länge der Ladung 8,431'' (8,19'').			
Gewicht der Cylinder.		Geschwindigkeit der Cylinder beim Herausfliegen aus dem Stollen		Gewicht der Cylinder.		Geschwindigkeit der Cylinder b. Herausfliegen aus d. Stollen.	
Russ. Solotn.	Preuß. Loth.	Russ. Fuß.	Preuß. Fuß.	Russ. Solotn.	Preuß. Loth.	Russ. Fuß.	Preuß. Fuß.
1,2803	0,37367	1145,76	1112,66	1,2809	0,37384	1129,87	1097,23
2,5695	0,74994	940,17	913,008	2,5810	5,75328	911,25	884,924
3,8602	1,12665	868,09	843,006	3,8587	1,12620	850,28	825,729
5,1412	1,50052	777,02	754,570	5,1466	1,50208	762,90	740,854
6,4523	1,88316	718,05	697,308	6,4597	1,88533	704,94	684,570
7,6686	2,23815	648,88	630,135	7,6794	2,24132	663,82	644,642
10,1254	2,95520	567,58	551,179	10,2445	2,98997	573,28	556,715
15,354	4,48125	446,16	431,323	15,360	4,48307	446,68	433,771
20,502	5,98385	364,76	354,221	20,451	5,96874	359,95	349,548
41,021	11,97238	220,38	214,013	41,023	11,97291	222,41	215,981
61,589	17,97556	164,69	159,933	61,573	17,97083	161,53	156,865
83,320	24,31760	126,38	122,730	83,459	24,3586	127,47	123,790

Gewöhnliche Ladung von 3,426 ℔ (3 ℔) mit Kugeln und Spiegeln. Länge der Ladung 5,952″ (5,78″).				Verlängerte Ladung von 3,426 ℔ (3 ℔) mit Kugeln und Spiegeln. Länge der Ladung 7,002″ (6,80″).			
Gewicht der Cylinder.		Geschwindigkeit der Cylinder b. Herausfliegen aus d. Stollen.		Gewicht der Cylinder.		Geschwindigkeit der Cylinder b. Herausfliegen aus d. Stollen.	
Russ. Solotn.	Preuß. Loth.	Russ. Fuß.	Preuß. Fuß.	Russ. Solotn	Preuß. Loth.	Russ. Fuß.	Preuß. Fuß.
1,2768	0,37266	1303,33	1265,68	1,2733	0,37162	1177,91	1143,88
2,5797	0,75290	960,92	933,164	258 72	0,75509	853,98	829,307
3,8352	1,11940	843,30	818,939	3,8461	1,12252	767,69	745,509
5,1421	1,50078	722,82	701,935	5,1680	1,50833	700,86	680,613
6,4047	1,86927	651,26	632,452	6,4118	1,87136	628,91	610,739
7,6485	2,23229	600,72	583,364	7,6574	2,23490	568,90	552,458
10,1522	2,96302	515,10	500,222	10,1807	2,97136	509,89	495,160
15,226	4,41375	410,68	398,816	15,219	4,44167	401,47	389,869
20,467	5,97343	345,30	335,322	20.483	5,97812	334,63	324,964
41,012	11,96979	208,95	202,915	41,031	11,97604	207,43	201,443
61,566	17,96875	153,20	148,770	61,595	17,97708	147,80	143,530
83,226	21,2901	115,32	111,994	81,453	23,77270	117,57	114,170

Gewöhnliche Ladung von 4,568 K. (4 K.) mit Kugeln ohne Vorschläge und Spiegel. Länge der Ladung 8,804" (8,55").				Verlängerte Ladung von 4,568 K. (4 K.) mit Kugeln ohne Vorschläge und Spiegel. Länge der Ladung 9,721" (9,44").			
Gewicht der Cylinder.		Geschwindigkeit der Cylinder b. Herausfliegen aus d. Stücken.		Gewicht der Cylinder.		Geschwindigkeit der Cylinder b. Herausfliegen aus d. Stücken.	
Russ. Solotn.	Preuß. Loth.	Russ. F u	Preuß. ß.	Russ. Solotn.	Preuß. Loth.	Russ. F u	Preuß. ß.
1,2733	0,37162	1103,35	1071,47	1,2745	0,37206	1058,61	1028,03
2,5846	0,75434	958,46	930,708	2,4912	0,72708	948,36	920,962
3,8599	1,12656	865,34	840,341	3,8546	1,12500	864,77	839,785
5,1680	1,50833	780,14	757,596	5,1288	1,49688	787,23	764,483
6,3648	1,85763	725,91	704,941	6,4600	1,88542	709,05	688,569
7,6902	2,24445	677,35	657,809	7,6051	2,21962	667,90	648,609
10,1504	2,96250	583,01	566,166	10,1272	2,95573	571,58	555,066
15,208	4,43854	464,46	451,040	15,305	4,46702	464,51	451,093
20,498	5,98261	393,34	381,975	20,463	5,97239	395,31	383,887
41,032	11,97554	239,83	232,897	41,061	11,98385	243,21	236,183
61,651	17,98333	181,84	176,584	61,648	17,99270	180,37	175,161
81,223	21,58140	140,06	136,006	84,334	24,61370	141,50	137,412

Gewöhnliche Ladung von 3,997 u. (3½ u.) mit Kugeln ohne Vorschläge, und Spiegel. Länge der Ladung 7,981″ (7,75″).				Verlängerte Ladung von 3,997 u. (3½ u.) mit Kugeln ohne Vorschläge und Spiegel. Länge der Ladung 8,454″ (8,21″).			
Gewicht der Cylinder.		Geschwindigkeit der Cylinder b Herausfliegen aus d. Stollen.		Gewicht der Cylinder.		Geschwindigkeit der Cylinder b. Herausfliegen aus d. Stollen.	
Ruſſ. Solotn.	Preuß. Loth.	Ruſſ. Fuß	Preuß. Fuß	Ruſſ. Solotn.	Preuß. Loth.	Ruſſ. Fuß	Preuß. Fuß
1,2688	0,37031	1010,36	981,172	1,2688	0,37031	886,75	861,125
2,5703	0,75017	899,93	873,927	2,5112	0,75000	816,78	793,178
3,5066	1,12343	846,66	822,205	3,8546	1,12500	756,59	734,734
5,1180	1,49375	745,36	723,827	5,1109	1,49167	709,46	688,963
6,4279	1,87601	668,53	649,219	6,3952	1,86649	657,10	638,119
7,5486	2,20312	624,97	606,912	7,6543	2,23398	632,13	613,865
10,0540	2,93438	540,70	525,077	10,2379	2,98802	553,72	537,720
15,397	4,49375	428,00	415,636	15,365	4,48437	432,52	420,029
20,477	5,97656	365,64	355,081	20,468	5,97383	345,80	335,813
41,065	11,98541	222,66	216,231	41,037	11,97708	218,73	212,412
61,566	17,96875	159,90	155,275	61,588	17,97500	155,78	151,285
81,342	23,7405	125,90	122,264	83,309	24,3146	122,87	119,320



[illegible]

[illegible]

Durchmesser.	Inhalt	Differenz.	Inhalt	Differenz.
0,00	0,00	[illegible]	0,00	259,2
0,01	[illegible]	[illegible]	259,2	[illegible]
0,02	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
0,03	[illegible]	7,54	[illegible]	[illegible]
0,04	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
0,05	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
0,06	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
0,07	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
0,08	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
0,09	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
0,10	[illegible]	9,37	[illegible]	370,2
0,11	91,45	10,3	3396,0	384,4
0,12	101,8	10,8	[illegible]	401,1
0,13	112,6	11,3	4151,5	419,6
0,14	123,9	11,7	4601,1	434,5
0,15	135,6	12,1	5035,6	449,4
0,16	147,7	12,7	5485,0	471,6
0,17	160,4	13,2	5956,6	490,2

Dichtigkeiten.	Drucke auf 1□″.	Differenz.	Drucke auf 1□″.	Differenz.
	Russische Pud.		Preußische Pfund.	
0,18	173,6		6446,8	
		13,8		512,4
0,19	187,4		6959,2	
		14,3		531,0
0,20	201,7		7490,2	
		14,9		553,3
0,21	216,6		8043,5	
		15,5		575,6
0,22	232,1		8619,1	
		16,2		601,6
0,23	248,3		9220,7	
		16,8		623,9
0,24	265,1		9844,6	
		17,5		649,9
0,25	282,6		10494,5	
		18,3		679,6
0,26	300,9		11174,1	
		19,0		705,6
0,27	319,9		11879,7	
		19,7		731,6
0,28	339,6		12611,3	
		20,6		765,0
0,29	360,2		13376,3	
		21,4		794,7
0,30	381,6		14171,0	
		22,3		828,0
0,31	403,9		14999,0	
		23,2		861,6
0,32	427,1		15860,6	
		24,2		898,7
0,33	451,3		16759,3	
		25,0		928,3
0,34	476,3		17687,6	
		26,2		973,0
0,35	502,5		18660,6	
		27,2		1010,1
0,36	529,7		19670,2	
		28,2		1047,2
0,37	557,9		20717,9	
		29,5		1095,5
0,38	587,4		21813,4	
		30,6		1136,4
0,39	618,0		22949,8	
		31,8		1180,9

Dichtigkeiten.	Drucke auf 1□″.	Differenz.	Drucke auf 1□″.	Differenz.
	Russische Pud.		Preußische Pfund.	
0,40	649,8	33,1	24130,7	1229,2
0,41	682,9	34,4	25359,9	1277,4
0,42	717,3	35,8	26637,3	1329,5
0,43	753,1	37,2	27966,8	1381,4
0,44	790,3	38,7	29348,2	1437,2
0,45	829,0	40,3	30785,4	1496,6
0,46	869,3	41,8	32282,0	1552,2
0,47	911,1	43,5	33834,2	1615,4
0,48	954,6	45,2	35449,6	1678,5
0,49	999,8	47,0	37128,1	1745,8
0,50	1046,8	49	38873,9	1827,1
0,51	1096	50	40701,0	1856,8
0,52	1146	53	42557,8	1968,2
0,53	1199	55	44526,0	2042,4
0,54	1254	57	46568,4	2116,8
0,55	1311	59	48685,2	2191,0
0,56	1370	62	50876,2	2302,3
0,57	1432	63	53178,5	2339,5
0,58	1495	68	55518,0	2525,3
0,59	1563	68	58043,3	2525,3
0,60	1631	72	60568,6	2673,7
0,61	1703	74	63242,3	2748,0

Dichtigkeiten.	Drucke auf 1□″.	Differenz.	Drucke auf 1□″	Differenz.
	Russische Pud.		Preußische Pfund.	
0,62	1777	77	65990,3	2859,5
0,63	1854	80	68849,8	2970,8
0,64	1934	83	71820,6	3081,7
0,65	2017	86	74902,3	3193,7
0,66	2103	90	78096,0	3342,2
0,67	2193	94	81438,2	3490,7
0,68	2287	97	84928,9	3602,2
0,69	2384	101	88531,1	3750,6
0,70	2485	105	92281,7	3899,3
0,71	2590	109	96181,0	4047,8
0,72	2699	112	101228,8	4159,2
0,73	2811	116	104388,0	4307,7
0,74	2927	121	108695,7	4493,8
0,75	3048	126	113189,5	4678,8
0,76	3174	131	117868,3	4865,1
0,77	3305		122733,4	

N. Mayevsky.

Inhalt.

Seite

VIII.

Zur Theorie der Ingenieurwaffe.

Aus den Papieren des Generals v. Aster.

In den kürzlich erschienenen 2 ersten Bänden der nachgelassenen Schriften des Generals der Infanterie v. Aster sind unter der Ueberschrift „zur Kriegstheorie" höchst interessante Andeutungen über die Theorie der Ingenieurwaffe enthalten, welche theils in den allgemeinen Text mit eingeflochten, theils im Zusammenhange entwickelt sind. Das dargestellte System läuft auf folgende Hauptpunkte hinaus, deren Durchsicht für diejenigen Leser, welche durch den Umfang des Werks und dienstliche Arbeiten an gründlicher Durcharbeitung des Ganzen verhindert sein möchten, zur vorläufigen Orientirung dienen möge

1. Die von dem General v. Aster behandelte allgemeine Kriegstheorie umfaßt die gesammten Kriegswissenschaften. Aus ihr wird im Einzelnen die fragliche Theorie der Ingenieurwaffe abgeleitet.

2. Die allgemeine Kriegstheorie entnimmt den Stoff zu ihrer Entwickelung aus den historisch ermittelten Wahrheiten und Regeln des Krieges, so daß die Kenntniß der Kriegswissenschaften der Entwickelung der Kriegstheorie vorangeht. Wenn sie aber feststeht, so giebt

sie den Regulator zur Anwendung der Kriegswissenschaften auf die Kriegskunst.

3. Die historische Entwickelung der Kriegswissenschaften, um aus ihnen die Grundsätze der tiefer liegenden Kriegstheorie abzuleiten, ist jedoch mit der Geschichte des Krieges selbst nicht zu verwechseln. Es ist dabei nur von Resultaten, welche daraus für die Wissenschaft als solche folgen, die Rede.

4. Um die Kriegswissenschaft als Material für Aufstellung einer allgemeinen Kriegstheorie zu benutzen, muß man ihr Gebiet auf den abgeschlossenen Begriff des Krieges ohne alle Nebenzwecke beschränken. Der letzte absolute Zweck des Krieges ist aber der Sieg oder die Niederwerfung einer der kriegführenden Partheien. Jede andere Tendenz, z. B. die eines angestrebten Friedens würde von der rein wissenschaftlichen Betrachtung des Gegenstandes abführen. — — —

Auch die Art der Kriegführung führt noch nicht auf den Grundbegriff der Kriegstheorie, denn sie entspringt aus dem ursprünglichen Charakter der betheiligten Völker, mithin ihres Zeitalters, liegt also außerhalb der Basis der reinen Theorie, welche nur in einem völlig aus sich aufsprießenden, von allem Beiwerk entfernten Kern zu suchen ist.

5. Die Kriegführung des Alterthums war von der Kriegführung nach Erfindung des Schießpulvers sehr verschieden. Daher finden die in Nr. 3. angezogenen Resultate des Alterthums für die Kriegswissenschaft bei Ermittelung der Kriegstheorie weniger Anwendung, als die Resultate der späteren Zeit. Aus diesen folgen als Grundlagen für diese Theorie nachstehende Grundsätze, über welche hinaus eine Vereinfachung der Begriffe nicht mehr denkbar ist.

6. Erstens ist bei jeder Kriegshandlung das Bestreben der Ueberwältigung vorhanden. Sie ist auch der rohesten Kriegführung gemein. Sie ist entweder total oder partiell. — Die gewaltsame Niederschlagung der feindlichen Macht darf jedoch nicht immer die Vernichtung der feindlichen Individuen mit sich führen. Schon die Vereitelung der feindlichen Absichten gehört zum Gebiet der Ueberwältigung, welches namentlich auch auf die Ergebnisse des Festungskrieges anwendbar ist. Doch setzt das Bestreben, den Feind durch bloße Ueberwältigung zu besiegen, immer ein Uebergewicht der eigenen

kraft voraus. Sonst müssen während des Kampfs auch die Motive der Sicherung und Ueberraschung hinzutreten. Nur im Augenblick des errungenen Sieges muß sich der Feind als völlig überwältiget, d. h. außer Stande befinden, den Widerstand ferner fortzusetzen.

7. Zweitens das Bestreben der Ueberraschung hängt mit dem Eindruck, welchen jede unerwartete Erscheinung auf den Feind macht, zusammen. Um zu überraschen, muß die Idee des Angriffs in sich harmonisch, neu und die angewendeten Mittel müssen selten und dem Feinde selbst unzugänglich sein.

Erfolg der Ueberraschungen ist nicht sowohl eine allgemeine Aufreibung der widerstehenden Kräfte, als vielmehr nur der Verlust an Zeit, welcher der Feind bedürftig ist, um seine durch die unmittelbar nachfolgende Ueberwältigung zersprengten Kräfte zu sammeln und geordnet in den Kampf zu führen.

Werden die Ueberraschungen nur mit wenigen Truppen ausgeführt, so dürfen sich letztere nicht zu weit von ihren Hauptkörpern entfernen, um sogleich unterstützt werden zu können. Daher werden dergleichen kleine Ueberraschungen nur in der Nähe von Festungswerken, aus Embuscaden, überhaupt aus jeder verdeckenden Terrainfalte ohne weitere Anmärsche ausgeführt.

Bei Ueberraschungen durch größere Massen, welche selbstständig auftreten, werden die Anmärsche unerwartet schnell gegen diejenigen schwachen Punkte des Feindes, wo er keinen Angriff erwartet, geführt.

Das tiefste Geheimniß gehört zu den Haupterfordernissen jeder Ueberraschung.

8. Drittens beabsichtiget man durch eigne Sicherung die feindlichen Angriffe von sich abzuhalten. Diese fällt größtentheils in das Gebiet der Ingenieurwaffe durch unmittelbare Umwandlung des Terrains in weiterem Umfange, wozu auch alle Schutzmittel, welche Deckung gewähren, zu zählen sind. Aber auch schon eine geschickte Benutzung des Terrains durch die Art, in welcher die Truppen darin Schutz finden, ohne weitere Zubereitung, gehört zu dem Begriff der Sicherung. Eben so auch der Ausfall eigener Truppen auf den angreifenden Feind, besonders durch überraschende Manoeuver. Beim gewaltsamen Angriff gegen eine gesicherte Stellung dagegen muß die

eindringende Tête von der Reserve, vorzugsweise von Artillerie und Cavallerie, unterstützt werden, wenn man der Ueberwältigung derselben gewiß sein will.

9. Die Verbindung dieser 3 Grundprinzipien der Kriegstheorie mit den aus der Erfahrung abstrahirten praktischen Regeln der Ausführung geben die Norm für jedes Kriegsmanoeuver. Dazu ist aber noch erforderlich, daß ein angeborner militairischer Blick und die Gabe des schaffenden Könnens den betreffenden Befehlshaber durchdringen und ihn in das Kunstgebiet des Krieges versetzen. Ohne diese, allerdings seltene, Eigenschaft geborner Befehlshaber, bleibt jedes Manoeuver nur Stückwerk einer überlegende und materiellen Betrachtung. Nur ein durchdringendes und doch Alles gleichzeitig umfassendes Genie kann diesen Gesammtanforderungen an einen Kriegskünstler von höchster Bedeutung entsprechen. Man kann seine Motive nicht erlernen, ja selbst nicht analysiren; man kann sie nur in den Handlungen der Coryphäen der Kriegskunst erkennen. Sie beruhen in letzter Instanz mehr auf moralischem als constructivem und mathematischem Grunde. Daher ist für die höhere Ausbildung in der Kriegskunst das Studium des Lebens und des Details des Wirkens großer Männer von unschätzbarem Werthe, und der unstäten Blumenlese auf dem Felde der Neuerungen, welche eben so oft wieder von äußerlichen Tageserscheinungen verdrängt werden und den tieferen Charakter unbefriedigt lassen, vorzuziehen.

Nach Erörterung dieser allgemeinen Betrachtungen über das Wesen einer reinen Kriegstheorie wird von dem Verfasser ihre Anwendung auf bestimmte Verhältnisse in der Kriegführung behandelt.

Von diesen finden folgende Ansichten besondere Anwendbarkeit auf die Ingenieurwaffe.

10. Wenngleich die Ingenieurwaffe nur selten für andere Zwecke als die Sicherung verwendet wird, und die Ueberwältigung so wie der Ueberfall gewöhnlich den andern Truppenarten zufallen, so muß dem umsichtigen Ingenieur doch auch eine Kenntniß der allgemeinen Terrainverhältnisse beiwohnen, um im Zusammenhange mit den

beabsichtigten Armeeoperationen zu bleiben. Diese beruht in Einsicht der Verhältnisse, in denen das Terrain zu jenen 3 Motiven steht, insbesondere der Drehungspunkte der Bewegung bei dem Uebergange von einem zum andern.

(I. 41.) Eine Vernachlässigung dieser Erkenntniß kann dem Oberfeldherrn den Verlust einer Schlacht, ja den Untergang ganzer Truppentheile zuziehen. Den einzelnen Truppentheilen, daher auch der Ingenieurwaffe dagegen kann eine ausgebreitetere Terrainübersicht nur die Mittel an die Hand geben, im Fall eines Unglücks sich auf eigne Hand in Sicherheit zu stellen oder unvorbereitete Diversionen zu unterstützen. Für Operationen im Großen ist dazu die Vorbereitung durch geographische Mittel hinreichend; für niedere Zwecke wird die unmittelbare Anschauung zur Stelle erforderlich, welche dem Ingenieur nur in größerer Nähe von dem ihm angewiesenen festen Standpunkte möglich wird.

Von der Militairgeographie im weiteren Sinne, worunter eine bereits dem Feldzuge vorangegangene Kenntniß der Physiognomie des Kriegstheaters im Großen, seiner allgemeinen geographischen Beschaffenheit seiner Statistik und Kultur verstanden wird, ist der Ingenieurwaffe keine besondere Kenntniß erforderlich. Sie dient nur dem Oberbefehlshaber, um die Bewegungslinien des Heeres und die Wahl eines der theoretischen Hauptprinzipien für den bevorstehenden Feldzug zu bestimmen und es hieße nur die Zeit versplittern, wenn man diese in ihren Details ohnehin so vielseitig in Anspruch genommene Waffe mit vergleichen überflüssigen Vorbereitungen überbürden wollte. Sollte der Oberfeldherr das Urtheil über einzelne die Sicherung betreffende Specialverhältnisse, als feste Plätze, Stromübergänge, Gangbarkeit der Kommunicationen u. dergl. verlangen, so kann zwar der Ingenieur dies aus dem technischen Gesichtspunkte abgeben, auf strategische Combinationen darf sich aber kein Ingenieur, der in seiner Waffe Vollkommenes leisten will und deshalb im kleinsten Punkte die größte Kraft conzentriren muß, einlassen.

11. Eben so wenig darf der Ingenieur sich in die allgemeinen Einleitungen zu einer Schlacht mischen. Dies hieße Eulen nach Athen bringen.

12. Der Beruf der Ingenieurwaffe führt sie an die Spitzen der Avant- und Arrièregarden, um Terrainhindernisse wegzuräumen und aufzustellen, zur Vermittelung der Communicationen, zur Sicherung der Märsche und zum Festungskriege. Die Terrainverwandlung ist das wahre Criterium der so häufigem Mißbrauch unterworfenen Ingenieurpartie. — An den Gefechten selbst, unter Anwendung der Schieß- und blanken Waffen, darf sie, ohne ihren wahren Zweck zu verfehlen, nicht anders als im Fall der Nothwehr Theil nehmen. Dagegen muß sie bei den Maaßregeln der Sicherung für die übrigen Waffen mit Einsicht und kaltem Blut eintreten, auch die Maaßregeln der Ueberwältigung und Ueberraschung durch künstliche Mittel unterstützen. Aus dem Verständniß der taktischen Aufgaben der Truppen entwickelt sich die Art ihres Zutritts zu diesen, und aus dem, was die Ingenieurwaffe leisten kann und muß, die gegenseitige Anlehnung der Truppen an die ihnen gebotenen Hülfsmittel und das richtige Eingreifen der letztern in die immer wesentliche und oft selbst unentbehrliche Verbindung der eingeleiteten Manoeuver mit den vorbereitenden Einleitungen des Ingenieurs. Die mangelnde Uebersicht der Truppen über den detaillirten Terraingebrauch und der Ingenieurwaffe, sowie über die detaillirte Gefechtstaktik der Truppen sind nur zu oft Hindernisse des guten Erfolgs. Es fehlt den Truppenbefehlshabern häufig an den nöthigen technischen Vorkenntnissen und viele Ingenieure, welche die Art der technischen Ausführung genau kennen, befinden sich über die Art ihrer taktischen Anwendung in dem Augenblick, wo ein richtiger militairischer Blick ihnen den Geist der zu lösenden Gesammtaufgabe erschließen sollte, in einer behaglichen Dämmerung. Namentlich büßen die nicht blos in gehöriger Brauchbarkeit, sondern vorzüglich auch zur gehörigen Zeit bereit zu haltenden Leistungen der Ingenieurwaffe ihre ganze Brauchbarkeit ein, wenn sie zu spät kommen. Daher die vielen unbenutzt stehen bleibenden Terrainverwandlungen, welche weniger vollkommen aber zu rechter Zeit ausgeführt, vollkommneren Widerstand geleistet hätten.

Eben so nachtheilig als das Zuspätkommen der Ingenieurwaffe, eben so unvortheilhaft kann auch eine zu frühe Vorbereitung des Schlachtfeldes durch Terrainverwandlung werden. Bei

letzterer werden durch Beiziehung anderer Truppen, welche zur Ausführung unentbehrlich sind, Kräfte dem Gefecht entzogen, welche dort von großem Einfluß gewesen wären; ja oft ändert die launenhafte Unbeständigkeit der laufenden Manoeuver die Physiognomie des Gefechtsterrains, so daß die Sicherungsmaaßregeln des Ingenieurs leicht einer falschen Fronte zugewendet oder außer Verbindung mit den fechtenden Truppen gesetzt werden.

13. Verschieden von dem Gebrauch der Ingenieurwaffe im Gefecht ist die vorbedachte Einrichtung fester Stellungen, bei denen das Prinzip der Sicherung vorwaltend ist. Wenngleich die strategische Auswahl der Gegend, in welcher die Stellung liegen soll, der Einsicht des Oberbefehlshabers allein zusteht; so ist doch die Anordnung der einzelnen Sicherungsmaaßregeln zur selbstständigen Haltbarkeit derselben und zur Erleichterung der von hier aus beabsichtigten Ueberwältigung und Ueberraschung lediglich Sache des Ingenieurs unter Beirath von Sachkundigen der übrigen Waffen.

Selten wird eine Stellung nur für die gesicherte Ruhe und Zuflucht der Truppen vor einem überlegenen Feinde bestimmt. Man müßte denn den Feind zu einer unüberlegten Waffenthat verleiten oder unter ganz besonderen Umständen die eignen Kräfte auf einem entlegenen Terrain zu späterem Gebrauch auf einem entfernten Kriegstheater sammeln wollen. Beides ist fehlerhaft, da kein besonnener Feind sich zu Fehlern verleiten läßt, oder unnöthig, da man im Kriege sich nicht in der Ferne hält, um den Feind mit dem, was man eben bei der Hand hat, in der Nähe anzugreifen.

Unterschieden von diesen den ziemlich außer Gebrauch gekommenen befestigten Standlagern sind die Marschlager. Sie werden bei unerwarteter Ueberraschung einer im Marsch befindlichen Truppe so gut als die Umstände es gestatten, improvisirt. Schon zu diesem Ende müssen die technischen Truppen an den Spitzen der Colonnen marschiren.

In diesem Fall ist ein augenblickliches Erkennen der Terrainverhältnisse mit Einschluß der offen zu haltenden Communicationen, die Aufgabe des denkenden Ingenieurs. Der Ueberschlag der erforderlichen Arbeitskräfte für die Verschanzungen, die demnächstige Auswahl der zu verschanzenden Punkte, die Beischaffung des Brücken- und

sonstigen Materials, die Benutzung natürlicher Hindernißmittel gegen den Feind oder Anlehnungspunkte für die eignen Truppen sind Objecte, welche den militairischen Blick des Ingenieurs in Anspruch nehmen müssen. Oft können taktische Schwenkungen der Truppen das Gefechtsverhältniß durch Ueberraschung kräftiger herstellen als eine Masse von Verschanzungen, welche die aggressive Form mehr oder weniger ausschließen und die Kräfte versplittern, oder an den Boden, auf dem sie liegen, fesseln. — Ein gewöhnliches Manoeuver gegen dergleichen Marschlager ist der Angriff im Rücken, um sie zu nehmen, oder die Einschließung, um sie auszuhungern. In vielen Fällen wird daher die deckende Stellung nicht sowohl durch die erste Gefechtslinie, als vielmehr durch schwere Artillerie zu besetzen sein, um die übrigen Truppen zu Ausfällen und Diversionen nach allen Seiten hin zu benutzen.

Für stabile Stellungen wählt man vorzüglich die Straßenknoten. Sollen sie Einfluß auf das Kriegstheater haben, so muß man der Idee ihrer Isolirung entsagen. Sie können ausgedehnt oder beschränkt sein. Letztere finden ihre Grenze in den places de moment und in den Festungen. Da diese leicht an größeren Ausfällen behindert werden können, so giebt die größte Tragweite des Geschützes die Grenze ihrer sicheren Wirkung in die Ferne; die größte Wirkung der Handfeuerwaffen giebt die Entfernung, über welche hinaus die Glaciscrete nicht von den nahe liegenden Terrainpunkten abliegen darf. —

Die Verbindung der Festungen mit Stellungen ist taktischer Natur und darf die Ingenieurwaffe bei Anlage ihrer Verschanzungen nicht über den nächsten Zweck der eignen Vertheidigung hinausgehen.

Zur Festhaltung ganzer Landstriche im durchschnittenen Terrain hat man Haupt- und Nebenstellungen. Ihr Hauptzweck ist, neben eignem Schutz den Feind nicht aus den Augen zu verlieren, ihr größter Feind Zersplitterung der Kräfte; daher müssen die Nebenstellungen stets mit ihrer Centralstellung in Verbindung bleiben.

Der Lagerdienst in den Stellungen nimmt den Zutritt der Ingenieurwaffe zu den nöthigen Vorbereitungen für die Verpflegung und das Unterkommen der Truppen in Anspruch und darf nach

Beseitigung der Sicherungsarbeiten keine derartige Vorrichtung unter Beihülfe der Truppen für zu geringe erachtet werden.

Wohl verschanzte Truppen in ihren Stellungen überwältigend anzugreifen ist nicht rathsam. Man zieht es vor, auf ihren Flanken oder in ihrem Rücken eigene verschanzte Lager anzulegen und den eingeschlossenen Feind selbst, wenn er sich Luft machen will, zu diesem gefährlichen Angriff zu zwingen, wodurch er zugleich seine eigene Stellung schwächt und der Gefahr der Erstürmung durch beigezogene Reserven aussetzt.

14. Mit Anordnung der Märsche hat die Ingenieurwaffe nichts zu thun, sie ist Sache des Generalstabes. Sie tritt nur ein, um Colonnenwege zu machen oder Communicationen zu decken.

15. Der Festungskrieg dagegen ist ein Hauptfeld ihrer Thätigkeit. Die neuen Ansichten des erfahrenen Verf. laufen auf folnende Theorien hinaus.

Die Theorie des Festungskrieges muß aus der allgemeinen Theorie des Krieges abgeleitet werden. Sie besteht in Anwendung der allgemeinen Kriegslehren auf Festungen unter Benutzung der Terrainverwandlung. Die Verbindung dieser mit den Gefechten bildet die Festungstaktik, welche den übrigen Truppen eben so wohl als der Ingenieurwaffe bekannt sein muß.

Eine zu weite Ausdehnung der Festungsvertheidigung auf das nicht in ihrem unmittelbaren Schußbereich liegende Kriegstheater schwächt die eigenthümlichen Vortheile derselben und steht dem Zusammenstoß mit dem Feinde in offenem Felde nach, wobei die Festungen höchstens als Revlipunkte bei forcirtem Rückzuge dienen können. Der characterische Zweck bei Anlage der Festungen betrifft daher nur ihre Erhaltung als solche, und darf, ohne Zersplitterung der Mittel, nicht weiter gehn.

Je näher der angreifende Feind der Festung, um so weniger Leute bringt der Vertheidiger in das Gefecht und spart die Conzentirnng seiner Kräfte auf das unmittelbare Uebergewicht der Festungswerke, welchem der Angreifende nichts Gleiches entgegensehen kann. Man lobt mit Unrecht die Vertheidigungen, welche mit Consumtion der Kräfte auf einem Terrain, wo der Angreifende Meister

ist, anfängt, und da, wo dieser in die nachtheiligsten Terrainverwickelungen kommt, wegen Mangel an Combattanten mit der Uebergabe ohne Schwerdtstreich aufhört. — Verschanzte Stellungen sind daher mit Festungen nicht zu verwechseln, und man würde weniger Festungen mit diesem Nebenbegriff anlegen, wenn man sich auf ihr ursprüngliches Maaß eigener Selbstständigkeit beschränkte.

Diejenigen neueren Festungen, welche den Character permanent-verschanzter Stellungen haben, müssen nach diesen Ansichten hinsichts ihrer Wirksamkeit auf das Kriegstheater nach dem Charakter der Stellungen hinsichts ihrer eigenen Vertheidigung nach den Grundsätzen des Festungskrieges behandelt werden.

Im Verlauf des letzteren leistet die ausgebildete Position des Belagerten mit ihren großartigen Deckungsmitteln und Hindernissen des Angriffs dem Vertheidiger allen Vorschub, während die extemporirte Position des Belagerers offen ist und erst im Feuer gedeckt werden muß. Diesem stehen vorzugsweise die Mittel der Ueberwältigung zu Gebot, dem Belagerten die der Sicherung; die der Ueberraschung sind beiden gemein.

Die sogenannten Belagerungsromane über den Zeitverlauf der Operationen sind unpraktisch. Jede Festung hat ihren eigenthümlichen Zeitverlauf nach Maaßgabe der Angriffs- und Vertheidigungsmittel und der Ereignisse.

Für den Belagerten ist die Ausführung gedeckter Ausfälle im Schußbereich der Festung erst dann rathsam, wenn die Geschützwirkung aus derselben nicht hinreichend und die Ueberwältigung des Feindes auf dem Vorterrain voraussichtlich ist. Ein gewaltsames Vorgehen des Belagerers ist nur dann statthaft, wenn er durch überzeugendes Erkennen des Terrains und der activen Vertheidigungskräfte mit Sicherheit auf einen ungefährdeten Anmarsch und Rückzug rechnen kann.

Die Prämeditation vorgeschobener Außenwerke zum Schutz von Ausfällen kann nicht gebilligt werden, da sie bei schwachen Besatzungen unhaltbar sind und dann Stützpunkte für den Angriff werden. Nur die Anlage von Geschützaufstellungen auf vorgeschobenen unzugänglichen Punkten läßt sich in manchen Fällen rechtfertigen. Dagegen unterliegt die Festsetzung der Belagerungsartillerie auf entfernteren Punkten, welche den Angriff des Belagerten durch

Ausfälle nicht mehr befürchten dürfen, keinem Zweifel, wenn sie der Geschützwirkung der Festung widerstehen können.

Die gegenseitige Wirkung der Angriffs- und Vertheidigungskräfte reduzirt sich während des regelmäßigen Verlaufs der Approchen auf die Zerstörung der materiellen Deckungsmittel, welche die Ingenieurwaffe beiderseitig aufstellt. Letztere bestehen Seitens der Vertheidigung nicht blos in der unmittelbaren Wirkung der Wälle, sondern auch in Vorbereitung der Vorterrains, um die Deckung des Angreifenden durch dieses zu hindern. Dahin gehören insbesondere Inundationen oder wenigstens Vorgräben, welche der Angreifende nicht ohne Brücken überschreiten kann.

Die Parallelen des Angriffs stehen zu den Angriffsbatterien in dem Verhältniß der Lineartaktik zu den vorrückenden Truppenkeilen. Der Stoß des Angriffs geht von der Batterie aus und die Parallelen sind nur zur Verbindung und Deckung bestimmt, wenngleich diese aus den Parallelen hervorgehen. Damit nun der Stoß dieser Keile eine Continuität des Erfolgs habe, darf die Bewegung der Angriffskräfte jeder Art nicht eher beginnen, als bis alle Mittel beisammen sind.

Die permanente Befestigung sichert in ihrer reinen Auffassung nur den Besitz des festzuhaltenden Orts; die passagere ergänzt die lebenden Kriegsmittel zur Erlangung eines entfernteren Terrains. In beiden Fällen ist die Ingenieurwaffe nur Hülfswaffe für die in das Gefecht zu bringenden Truppen. Man kann sich sehr gut einen durch Natur oder Anbau festen Ort vorstellen, welcher, ohne gerade Festung zu sein, einen ceremoniellen Angriff durch Truppen erfordert, eben so ein dem Feldkriege vortheilhaftes Terrain, ohne daß es passager befestigt ist. In beiden Fällen werden sich die beiderseitigen Truppen auch ohne Zuziehung der Ingenieurwaffe schlagen. Aber man kann sich nicht eine Wirkung der Ingenieurwaffe ohne Zuziehung activer Gefechtsmittel denken. Die Anlage und der Gebrauch fortificatorischer Mittel aller Art können daher in ihrer Grundidee nur dem taktischen Bedürfniß einer Erleichterung durch die Kunst des Ingenieurs folgen, diese aber darf niemals die Schablone abgeben, in welche die freie Taktik der übrigen Truppen gezwängt wird.

Nur der Minenkrieg ist [illegible] von der Entscheidung der übrigen Truppen [illegible]. [illegible] Entscheidung der Ingenieurwaffe allein [illegible].

Die Geheimhaltung der Festungswerke ist nicht [illegible] nothwendig. Sie wird zuweilen so weit getrieben, [illegible] kennen. Anders ist es mit [illegible] der [illegible] Festungspläne, ohne welche eine [illegible] Leitung des Angriffs schwer ist.

Die [illegible] verticale Defilirung der Vertheidigungswerke [illegible] auf die Vermuthung, daß man den [illegible] habe oder wenigstens das horizontale Trace [illegible].

[illegible] ein Schiff auf offnem Meere soll ein [illegible] allein Zufuhr [illegible] Waffenplatz dem Kriegessturm allein trotzen. [illegible] soll er ein Anker für die Armee sein. Mit der Bewegung der Armee aber hat er nichts zu schaffen, außer daß er Depotplatz für dieselbe wird.

Nicht sowohl die Zahl als die Organisation der Artillerie entscheiden bei Vertheidigung der Festungen. Jede Festung hat ihre eigene Art von Artillerieausrüstung und es ist schwer, darüber Regeln aufzustellen. Eben so wenig entscheidet die Mehrzahl, sondern nur der Gebrauch der Vertheidigungstruppen. Beim Angriff ist die Stärke der vorrückenden Massen dagegen nicht gleichgültig, obgleich man das mangelnde Uebergewicht zuweilen durch Verschanzungen der schwachen Punkte ausgleichen kann.

Die [illegible] Anwendung der von dem General v. Aster aufgestellten allgemeinen Grundsätze der Kriegstheorie auf den Geist der Ingenieurwaffe läßt sich nur aus dem Zusammenhange des ganzen [illegible].



IX

Belagerung von Sebastopol.

Aus dem Französischen übertragen.

Am 27. September 1854 rückten 3 französische und 2 englische Divisionen auf dem Plateau vor, an dessen äußerstem Ende sich Sebastopol erhebt. Die Generäle Bizot und Thiry, ein Artillerist und ein Ingenieur, führten diese Kolonne, beauftragt, die Festung zu recognosciren. Nachdem man mehrere Ravins und eine Reihe von Hügeln erstiegen hatte, zog man an der Stadt vorbei, deren Batterien ihr Feuer jedoch nicht gegen die Truppen richteten, und lagerte sich auf den Höhen des Vorgebirges Chersones. Die 3. und 4. Division stieß hier am 29. zu den andern Divisionen und wurde ein Bivouak von dieser Kolonne endlich Angesichts von Sebastopol, zwischen der Baye von Streletzka und Kamiesch unter dem Kommando des Oberfeldherrn selbst, der persönlich zugegen war, bezogen. Vorher hatte noch der General d'Aurelle eine Recognoscirung bis nach dem Meere hin vorgenommen. Die 1. und 2. Division, unter General Bosquet, besetzten die Höhen, welche die Thäler der Tschernaïa und Balaclava's beherrschen, um einen Angriff aus dem Innern der Krimm abzuhalten; ihr linker Flügel lehnte sich an die Engländer,



welche in der Nähe von Inkermann standen; diese letztern hatten sich von diesem Orte bis vor die Vorstadt Karabelnaïa ausgedehnt. Schließlich errichtete man auf den höchsten Punkten der Defileen, welche das Terrain zwischen Balaklawa und Sebastopol durchziehen, Redouten aus Erde, deren Vertheidigung Abtheilungen von Engländern und Türken anvertraut wurde. — Da lag dies Gibraltar der Krimm vor uns, dies uneinnehmbare Sebastopol! Aus dem Grunde seiner Baye trägt es terrassenförmig auf einem Hügel seine Gärten und Häuser, umringt von drohenden Feuerschlünden aus mächtigen Schiffswerften; eine Enceinte von 3 Fuß Dicke sichert es. Am Ende dieser Mauer erhebt sich ein Maximilians-Thurm, welcher mehrere kasemattirte Etagen hat. Etwas weiter davon ist das Fort Quarantaine, dann das Bastion Mât, der Malakoffthurm und der Redan (Verschanzungen in der Form von Cramailleren, aus Erde). So stellt sich uns die Feste von der südöstlichen Seite dar, die wir besetzt haben. Weiterhin werden wir gelegentlich von den übrigen Werken der Vertheidigung reden, gegenwärtig ist es nur wichtig, die furchtbare Armirung aller dieser Werke in's Auge zu fassen. Nach einem statistischen Berichte vom 6. Januar 1854 besaß die Stadt damals 719 Kanonen, die folgendermaßen vertheilt waren:

Im Norden des Hafens:	Telegraphen-Batterie	17
	Fort Constantin	104
	Kasemattirte Batterien	80
	Doppelte Batterie	31
Im Süden des Hafens:	Fort Paul	80
	„ St. Nicolaus	192
	Batterie zwischen den Forts St. Nicolaus und Alexander	50
	Das runde Fort (F. circulaire)	50
	Fort Alexander	64
	Batterien der Quarantaine	51
	Summa	719

Und der Fürst Menschikoff hat diese Artillerie-Masse verstärken müssen, welche jedenfalls schon durch die Geschütze aller der Schiffe vermehrt wurde, die man am Eingang des Hafens versenkte!

Der unpartheiische Geschichtsschreiber kann es sich nicht versagen laut auszusprechen, daß der Generaladjutant Fürst Menschikoff sich würdig des Vertrauens zeigte, das der Czar in ihn setzte, und würdig der Gegner, die sich ihm entgegenstellten. Nach seiner Niederlage an der Alma, kehrte er nach Sebastopol zurück; nach wenigen Stunden waren durch seine Bemühungen die Weiber, Kinder, Greise und Kranke nach den beiden Städten Yalta und Aloupka, am Gestade des Meeres, und über die Berge von Yaïda fortgeschafft; darauf, während der Hafen gesperrt wird, suchen die in Trupps getheilten Galeerensclaven unter der Leitung von Ingenieuren die vielfachen durch die Lage gegebenen Vertheidigungsmittel der Festung möglichst zu steigern, vermehren die Zahl der mit Pallisaden versehenen gedeckten Wege, der Lunetten und Halbmonde, verstärken die Mauer der Enceinten durch Ansetzen von Flanken und durch einen Graben, dessen davor aufgesetzter Boden zu einem Glacis geformt wird, welches das Mauerwerk schützt, errichten Batterien, welche aus Mangel an Erde mit dieser Mauer in Verbindung gebracht werden, die Gestalt von Kavalieren erhalten und über Bank ihr Feuer abgeben.

Die Thätigkeit des Fürsten Menschikoff umfaßt Alles und reicht zu Allem aus; die Seesoldaten der zerstörten Schiffe bilden ein Corps von 10,000 Mann, die zur Vertheidigung seiner Befestigungen geeignet sind; in Rußland werden die Matrosen auch zu den Uebungen der Landsoldaten eingeübt und können in gleicher Weise auf der See und auf dem Lande verwandt werden. Diesen Leuten fügte er die Hälfte seiner Armee bei. Dies war die Garnison Sebastopol's. Mit der andern Hälfte der Armee nahm er Stellung zwischen dem Belbeck und der Baye, von wo er Verstärkungen von Kertsch und Pérécop erhielt.

Generäle von anerkannter Tapferkeit und großem Talente kämpfen unter ihm; es ist Admirals Moritz Borysowicz, Oberbefehlshaber der Flotte und der Häfen des schwarzen Meeres, der General-Adjutant Viceadmiral Korniloff, Chef des Generalstabes der Flotte des schwarzen Meeres und der Häfen, und der Vice-Admiral Michael Staniakowitch, Militair-Gouverneur von Sebastopol.

Den Gedanken, die Stadt durch einen Handstreich einzunehmen, welcher bereits in Folge der Anlagen von so großen improvisirten

Vertheidigungswerken Seitens der Russen, die Tag und Nacht arbeiteten, sehr ins Wanken kam, wurde vollständig aufgegeben, als Voll- und Hohlkugeln bis ins Lager fielen, und uns von der wunderbaren Wurfweite der Russischen Geschütze überzeugten. Man traf alle Vorbereitungen zu einer förmlichen Belagerung.

Den Engländern übertrug man den Angriff von Osten her; wir hingegen concentrirten uns auf dem Plateau, welches 1200 Metres (1590 Schritt) von der Festung entfernt, zwischen dem Ravin der Engländer und dem Ravin der Quarantaine liegt. Starke Hebebäume und Bockbrücken sind in der Bay von Kamiesch aufgerichtet, um das schwere Material der Artillerie, des Geniecorps und der Militair-Verwaltung auszuladen. Vier Bataillone der 1. 2 und 3. französischen Division, unter dem Kommando des Oberstlieutenant im Generalstabe Ramet, überwachen die Ausschiffung und geben die nöthigen Mannschaften zur Hülfsleistung dazu ab.

Am Morgen des 2. October stellte sich die 4. französische Division zwischen der Baye von Streletzka und einem Gebäude, dem sogenannten „weißen Hause", auf eine Länge von 3200 Meter (4160 Schritt), in einer Entfernung von 3000 Meter (3900 Schritt) ungefähr von der Stadt auf.

Ihrerseits nahm die englische Armee ihre bestimmten Stellungen ein. Die Divisien England, die den linken Flügel bildete, fand ihre Grenze an dem großen Ravin von Sebastopol, welches sie von den Franzosen trennt; in dem Centrum stehen die Divisionen Cathcart und Herzog von Cambridge. Vor diesen steht die leichte Division Georg Brown, hinter ihnen die Kavallerie und große Artillerie- und Genieparks; zur Rechten dehnt sich die Division Lacy-Evans bis zu den Höhen von Inkerman aus.

Diesen selben Tag gaben die äußersten Vorposten des Observations-Corps auf den Hügeln im Norden der Rhede ein Zeichen von dem Herannahen einer Russischen Kolonne von 5 bis 6000 Mann, welche einen Konvoi von Wagen begleiteten, und ihren Weg gegen Backtchi-Séraï nahmen. Um Mittag melden die Feldwachen die Umkehr dieser Truppen.

Darauf sandte General Bosquet 200 Zuaven und Jäger zu Fuß ab, welche unter dem Kommando des Kommandeurs Dubos sich

hinter dem Kamm von Höhen oberhalb der Brücke von Inkerman einnisteten. Als das Russische Korps gerade die Brücke überschreiten wollte, nöthigten es unsere Tirailleurs durch ihr Feuer zum Rückzuge; während ein Bataillon Zuaven, ein Bataillon Jäger zu Fuß und eine Batterie den Uebergang über die Tschernaja vertheidigten, blieb der Feind vollkommen unthätig, bis die Nacht einbrach; dann zog er sich, von der Dunkelheit begünstigt, nach Sebastopol zurück. Die Zuaven wurden durch eine Batterie und eine Kanonenschaluppe, welche sie von der Rhede her beschossen, verhindert, weiter vorzugehen.

In der Nacht vom 2. zum 3. suchte der Kapitain du Val de Dampière, Ordonnanz-Offizier des Generals Bosquet, nachdem er auf der Flotte zu Mittag gespeist hatte, zu Pferd das Lager wieder zu gewinnen, welches 2 Kilometer (2700 Schritt) entfernt war. In seiner Begleitung befand sich der Dr. Mauret und ein Jäger, beide ebenfalls zu Pferde. Sie verirrten sich im Halbdunkel, kamen vom richtigen Wege ab, zogen sich zu sehr nach der linken Seite hin und stießen so auf einen Russischen Posten, wo sie sofort aufgefordert wurden, sich zu ergeben. Dem Doktor und Jäger gelang es, sich frei und aus dem Staube zu machen; der Kapitain jedoch, dessen Pferd durch eine feindliche Kugel tödtlich getroffen war, blieb in der Hand des Feindes. Er bat den General, vor den man ihn geführt hatte, um die Gunst, einen Boten in's französische Lager schicken zu dürfen, um seine Freunde und durch ihre Vermittelung seine Familie zu benachrichtigen, daß er ohne jede Verwundung gefangen genommen sei. Der Russische General erwiederte darauf sehr höflich: Ich kenne die loyalen Gesinnungen der Franzosen, geben Sie mir nur gefälligst Ihr Ehrenwort, sofort hierher zurückzukehren, und Sie können selbst Ihren Auftrag ausführen. So überschritt wirklich Herr von Dampière auf einem der Pferde des Russischen Generals unsere Vorposten, meldete dem General Bosquet seine Gefangenschaft und kehrte nach Verlauf von 3 Stunden wieder zu den Russen zurück. Was die Römer zu Regulus' Zeiten für eine großartige That hielten, fanden die Freunde des Kapitains ganz natürlich, und keiner dachte auch nur im Entferntesten daran, ihn zu einem Wortbruch zu verleiten. Mag man auch noch so begeistert für die Alten sein, so muß man

doch bekennen, daß die moderne Civilisation ein richtigeres Gefühl der Ehre hat.

Laut Tagesbefehl des Oberfeldherrn vom 2. October wurden ernannt:

Zum Kommandeur des Belagerungscorps, welches die 3. und 4. Division umfaßte, General Forey;

Zum Kommandeur des Observationscorps, welches aus der 1. und 2. Division und den Türken bestand, General Bosquet.

Das Observationscorps hatte die Aufgabe, die Belagerungs-Armee auf ihrer rechten Flanke zu unterstützen, und sie gegen Angriffe eines Entsatzheeres aus dem Innern der Krimm zu schützen.

Am 3. October erhielt die Armee die letzten Eskadrons des ersten Regiments der Afrikanischen Jäger; den ganzen Tag über schleppten dazu abgetheilte Mannschaften der französischen Divisionen und des türkischen Kontingents Schanzkörbe und Faschinen auf ihren Armen vom Landungsplatze zum Ingenieurdepot; die Zahl der erstern betrug 3500, der letztern doppelt so viel.

Durch einen Tagesbefehl wurden die Operationen folgendermaßen geregelt:

„Die zur Arbeit bestimmten Leute finden das Handwerkszeug im Ingenieur-Depot, wo Ingenieur-Offiziere sie instruiren und von Pionniren unterstützt die Leitung der Arbeiten übernehmen werden. Die Trancheenwache, welche die Arbeit decken soll, wird von Offizieren des Generalstabs geführt. Arbeiter und Soldaten rücken bei Anbruch der Nacht vor, haben dabei ein lautloses Schweigen zu beobachten und darauf zu achten, daß sie so viel als möglich ihre Bewegungen den Vorposten der Festung verheimlichen. Erfolg und schnelles Vorwärtsschreiten der Belagerung hängt von der Ausdauer und dem guten Verhalten der Arbeiter ab.

Macht der Feind einen Ausfall, so ist es die Aufgabe der Trancheenwache, ihn zurückzuwerfen; gelingt ihr dies nicht, so sollen die Arbeiter ihr Handwerkzeug aufnehmen und sich zurückziehen, bis der Laufgraben wieder vollkommen geräumt ist.

Die Trancheenwache stellt sich hinter den Arbeitern auf, geschützt vor dem Feuer der Festung; da, wo diese letztere Bedingung nicht erfüllt werden kann, soll sie sich in Schlachtordnung niederlegen, mit

den Waffen und Lederzeug; ein Drittheil mindestens muß aber die ganze Nacht über wach bleiben, um sofort vorrücken zu können, wenn irgend etwas vorkommen sollte.

Die Arbeiter-Abtheilungen und Wachen werden aus ganzen Regimentern gebildet, und nicht aus besondern Detachements."

Die Flotte landete, um an der Belagerung Theil zu nehmen, und zwar wurden 30 Geschütze, von denen 20 Kanonen vom Kaliber 30 und 10 Haubitzen vom Kaliber 22 sind, sowie 30 Raketen der Marine-Artillerie ausgeschifft. Tausend Marinesoldaten wurden zugleich mit diesen Geschützen ans Land gesetzt, 500, um sie zu bedienen, 500, um als Bedeckung derselben verwandt zu werden. Der Schiffs-Kapitain Rigaud de Genouilly des Schiffes „Stadt Paris" erhielt das Kommando über dies Hülfskorps.

Da die ganze Flotte gerne am Kampf gegen die Russen Theil nehmen wollte, so war man genöthigt, die zu der Expedition bestimmten Leute durch das Loos zu ziehen. Diese schifften sich in bester Ordnung in der Bay von Kamiesch aus; die Geschützbedienung trug den Säbel und die Pistole, die an den Raketen Angestellten und Füsiliere den Karabiner. Jeder Mann trug auf dem Rücken sein Gepäck und lang gerollt seine wollene Decke. Die letzten Glieder jedes Trupps trugen außerdem die Kochkessel, Eßnäpfe und Trinkgeschirre rc.; hierauf folgten die erforderlichen Dinge bei einem Lager, Zelte der Nacht rc. Sobald die Seesoldaten an's Land gesetzt waren, spannten sie sich vor den von jedem Schiffe ausgerüsteten und zum Transport der Geschütze bestimmten Schlitten, deren Gestell bei sehr kleinen Rädern, eigentlich nur zum Dienst an Bord geeignet ist.

Die Englisch-Französische Flotte blockirte die Küsten von Odessa bis Kertsch; die Türkische Flotte kreuzte von Sebastopol bis zur Bay von Katcha.

Am 4. rückte die 3. Division näher an die Festung heran, ihren linken Flügel lehnte sie an das sogenannte „Weiße Haus", ihren rechten an die Sternwarte. Die großen Genie- und Artillerie-Depots liegen hinter dem Centrum und dem rechten Flügel dieser Division. Das große Hauptquartier befand sich hinter diesen großen Depots, zwischen dem Belagerungs- und Observationscorps. Dieses letztere

deckte seine Front, seitwärts des Thales der Tschernaïa und von Balaclava, durch Feld-Befestigungen.

Ein Polnischer Offizier gelangte als Deserteur zu uns. Man führte ihn zum General Canrobert; er sprach sich über die Befestigungen der Seite Sebastopols, die unserem Angriff zugekehrt ist, sowie über die zu ihrer Vertheidigung bestimmten Truppen aus. Nach seinem Bericht sind die Russen Willens, bis zum letzten Mann zu fallen, ehe sie die Stadt übergeben. Dagegen hätten aber die in der Garnison befindlichen Polen nicht vergessen, daß sie die Franzosen des Nordens seien, und daß ihre Väter unter Poniatowski in den Reihen der großen Armee gekämpft haben. . . . . . .

In der Nacht vom 4. zum 5. rückte eine Schwadron Ulanen unter dem Schutze der Dunkelheit aus Sebastopol und überfiel einen Posten, den Zuaven besetzt hielten: diese warfen durch einen Bajonett-Angriff den Feind zurück, wir verloren 2 Mann.

Am 5. setzte man das Ausladen des Belagerungs-Materials eifrigst fort; das Geschützfeuer der Forts, die der Feste vorliegen, ertönte, Bomben und Granaten regneten in dichter Fülle auf das französische Lager; aber Dank der Ausdehnung der Angriffs-Linien fielen sie zum größten Theil nieder, ohne irgend einen Schaden anzurichten. Die dem Belagerungs- und Observations-Corps zugetheilten Genie-Truppen begaben sich zum Ingenieur-Depot, ein Theil derselben stellte sich dem General Bosquet zur Disposition.

Der Ingenieur-General Bizot machte eine Recognoscirung im Westen der Stadt, um den wirklichen Angriffspunkt endlich festzustellen; zu seiner Begleitung wurde der General Aurelle mit dem 5. Bataillon Fußjäger und 2 Bataillons der dritten Division bestimmt. Als diese gerade dazu ausrücken wollten, fielen 4 Mann, auf eine Entfernung von 3900 Schritt von den vorgeschobenen Werken, getroffen durch die Splitter krepirender Granaten. Um 8 Uhr setzte sich der Zug in Marsch, welcher zuerst, um die Wachsamkeit des Feindes zu täuschen, nach links hin, dann aber wieder in der wirklichen Richtung vorwärts ging. Der Recognoscirungstrupp wurde bis zum Hause Clocheton vom Feinde nicht bemerkt. Hier verbarg er sich hinter den Mauern des Hofes und Gartens. Das Terrain ist hier reich an Hügeln,

auf deren Hängen sich Landhäuser befanden, welche ihre Besitzer verlassen hatten; Mauern aus Stein, trocken aufgeführt, trennten die verschiedenen Besitzungen und erlaubten unsern Soldaten, indem sie sie als Deckung benutzten, ihren Marsch dem Auge des Feindes zu entziehen. Als aber General Bizot nur mit 3 bis 4 Offizieren über das Haus Clocheton hinausgehen wollte, während er in den Hohlwegen des Terrains die Fußjäger aufgestellt hatte, meldeten russische Reiter, die als Vedetten auf den Höhen standen, sofort die Anwesenheit des Feindes und die Richtung des Marsches, welche die kühnen Soldaten verfolgten. Augenblicklich regneten Bomben und Kanonenkugeln in dieser Richtung, jedoch ohne Nachtheil für den Angreifer. General Bizot, welcher bis unter dem feindlichen Artillerie-Feuer alle seine Aufnahmen vorgenommen hatte, gab um Mittag das Zeichen zur Umkehr, und der kleine Trupp rückte, ohne einen Mann eingebüßt zu haben, wieder in das Lager ein.

Einige Zeit darauf wurde dem Ingenieur-Capitain Schmitz vor demselben Hause Clocheton durch eine Kugel ein Bein fortgerissen, und starb er daran nach ein paar Stunden. Es war der erste Offizier, den die Armee vor den Mauern Sebastopol's verlor.

Die Arbeiter des Angreifers stießen an verschiedenen Punkten auf fast unüberwindliche Schwierigkeiten, aber die Energie unserer Soldaten trotzte Allem, und es klingt spaßhaft, daß sie selbst aus dem Grund der Schluchten Boden herschaffen wollten, um als Brustwehr für die auf nacktem Felsen errichteten Batterien zu dienen.

Seitens des Vertheidigers wurden die Arbeiten auch mit gleicher Anstrengung fortgesetzt. Mit Hülfe von Fernröhren sah man außer Soldaten auch die Einwohner der Stadt mit Errichtung von Vertheidigungs-Werken beschäftigt. Um halb 4 Uhr wurde Alarm geschlagen; die Russen waren wieder ausgefallen, und näherten sich auf 1300 Schritt (1000 Meter) von der Stadt dem linken Flügel der 4. Division, um ein nahe am Meere auf der bedeutendsten Höhe, welche Sebastopol vom französischen Lager trennt, gelegenes Haus, wo unsere Vorposten sich vor dem Feuer des Feindes decken konnten, nieder zu brennen. Es war nicht möglich, dem Feuer Einhalt zu thun, die russische Kolonne zog sich jedoch beim Herannahen unserer Kolonne zurück. Am selben Tage versuchten einige Schwadronen Kavallerie,

von Artillerie unterstützt, einen Angriff von der Tschernaïa her, aber ohne Erfolg; das Feuer der Engländer trieb sie zurück. —

Am 7. um 6 Uhr Abends bewirkte General Lourmel mit 9 Bataillons und einer Abtheilung Artillerie die engere Einschließung der Stadt, und zwar vom „abgebrannten Hause" bis zur großen Schlucht, die südlich vom Hafen einmündet. Plänkler, in Löchern oder hinter den Höhen sich verbergend, beobachteten das Vorterrain. Um ½ 12 Uhr meldeten sie, daß 2 Bataillons Infanterie und eine Abtheilung Kavallerie aus der Stadt ausgerückt seien, 2 Geschütze bei sich hätten und sich gegen das „abgebrannte Haus" wendeten; ein Bataillon des 39. Linien-Regiments und 2 Kompagnien des 19. Jäger-Bataillons zu Fuß zogen gegen sie heran und begrüßten sie mit heftigem Gewehrfeuer. Die Russen gaben eine Salve ab, die uns 2 Mann des 39. Regiments tödtete, machten dann aber wieder Kehrt.

Zu dieser Zeit war der Gesundheitszustand des Heeres vortrefflich. Die Cholera war gänzlich aus unsern Feld-Lazarethen verschwunden; mit unsern Verbündeten verhielt es sich nicht ebenso, sie zählten ungefähr 4000 Kranke.

Am 9. stellte man im Kriegs-Rath den Angriffs-Plan fest:

Die Türkische Division, welche 8 Bataillons zählt, soll hinter dem linken Flügel der dritten Division ein Lager beziehen und einen Theil des Belagerungs-Corps bilden, welches aus 26 Bataillons Infanterie besteht, in Summa 14000 Mann. 1000 Schritt (800 Meter) von der Festung sollen die Arbeiter eine bastionirte Front herstellen, in welcher an bestimmten Stellen 5 Batterien errichtet werden, die ihr Feuer gleichzeitig abgeben sollen. Die Marine wird die Batterien Nr. 1 und 2 ausrüsten und mit Bedienungs-Mannschaften versehen.

Die Eröffnung der Laufgräben wird in der Nacht statt haben, der Oberst-Lieutenant Raoult vom Generalstabe ist Trancheen-Major, der Artillerie-Oberst Leboeuf befehligt die Artillerie, der Ingenieur-Oberst Tripier die Ingenieure, unter der Oberleitung der Generale Bizot und Thiry. — Es waren alle erforderlichen Maßnahmen zur schnellen Ausführung der Arbeiten getroffen worden: die Depots für die Trancheen waren formirt und das Feldlazareth befand sich in dem sogenannten Hause der Steinbrüche (Carrières).

Um ½ 4 Uhr Nachmittags machten die Russen abermals einen Ausfall. 4 Bataillons und eine Feld-Batterie rückten in guter Ordnung mit Tirailleurs vor sich, gegen das „abgebrannte Haus" vor, während das 5. Bataillon Jäger zu Fuß, das 2. Bataillon des 36. Linien- und das 2. Bataillon des 22. leichten Regiments, als Feldwache etwa 1300 Schritt (1000 Meter) von der Feste entfernt, sie knieend oder hinter Gemäuer oder Terrainfalten erwarteten.

Als die Tirailleurs des Feindes auf 260 Schritt (200 Meter) herangekommen waren, richteten unsere Truppen ein gut unterhaltenes Feuer gegen sie, welches die russische Artillerie, die sich auf den Flanken der feindlichen Colonne befand, erwiederte. General Canrobert, welcher die Vorposten gerade visitirte, eilte auf den Kampfplatz, und da er sah, daß die Russen nach ¾ Stunde fortwährenden Feuerns kein Terrain zu gewinnen suchten, gab er 2 Bataillons den Befehl, vorzurücken. Die Tirailleurs eilten schnell von Fels zu Fels, ihr Feuer nicht unterbrechend, und die Bataillons griffen den Feind mit dem Bajonett an; weder das Feuer der Festung noch das der Ausfalltruppen vermochten ihren Schritt zu mäßigen, und bald gaben die Feinde das Zeichen zum Rückzug, von den Jägern von Vincennes bis auf 400 Schritt (300 Meter) von den vorgeschobenen Werken verfolgt.

Die Zahl der zu den Tranchee-Arbeiten bestimmten Arbeiter betrug 1600, hiervon soll die Hälfte 3 Stunden, von 6 bis 9 Uhr arbeiten, dann durch die andere abgelöst werden, welche wieder nach 3 Stunden von der ersteren abgelöst wird. Um 5 Uhr begab sich die 1. Brigade von 800 Arbeitern zum Depot beim Hause „der Steinbrüche"; dort erhielt jeder Mann einen Spaten und eine Hacke, welche er auf der Schulter trägt, während er sein Gewehr über dieselbe hängt. In 2 Kolonnen von je 400 Mann getheilt, und von Ingenieur-Offizieren befehligt, setzten sich die Arbeiter alsdann gegen das „abgebrannte Haus" in Bewegung, wo sich das Korb-Depot befand. Auf das Kommando des Ingenieur-Offiziers nahm jeder Soldat einen Korb auf, und marschirte nun nach der zur Eröffnung der Trancheen bezeichneten Stelle hin. Man bewegte sich kriechend vorwärts, um seine Bewegungen dem Feinde zu entziehen, und gelangte so auf 20 Schritt von der durch die Ingenieure hergestellten Trace.

Hier wurde den Truppen der Befehl gegeben, sich niederzulegen, darauf gingen einzelne Posten vor und untersuchten das Vorterrain. Diese haben eine Hacke erhalten, um sich ein Loch in der Erde in dem Falle auszuheben, wo natürliche Terraingegenstände sie nicht hinreichend decken sollten.

Jeder Mann hielt sich, mit seinem Gewehr in der Hand, hinter seinem Korbe gekauert, den ein Pionir-Unteroffizier an die richtige Stelle gebracht hatte; sein Handwerkszeug hatte er zu seiner Rechten und Linken niedergelegt. Auf Grund des mit Steinen übersäeten Bodens sammelte er sich deren und häufte sie ganz still vor sich auf. Als die ängstliche Erregung des ersten Augenblicks vorüber war, vertauschte man das Handwerkszeug mit den Waffen und auf das Zeichen: „Hoch die Arme" hauen 800 Hacken in den Boden des Plateau, womit die Körbe alsdann gefüllt wurden. Die Arbeit begann so auf eine Länge von etwa 1300 Schritt (1000 Meter); ein heftiger Nordwind war sehr günstig, indem er verhinderte, daß das Geräusch bis zu Sebastopol gehört wurde. Auch verfloß die Nacht, ohne daß die Arbeiter gestört wurden. Bei Anbruch des Tages hatten diese ein Stück Parallele von 1200 Schritt (930 Meter) Länge bei einer genügenden Tiefe, um die Leute vor dem Feuer des Platzes zu decken, ausgehoben; jetzt wurden sie aus Vorsicht und den Instruktionen gemäß von den Offizieren in ihre respektiven Quartiere zurückgeführt.

Die russischen Batterien feuerten vergebens den ganzen 10. Oktober hindurch gegen das Plateau, dessen aufgeworfener Boden die Angriffs-Arbeiten verrieth; die geringen Schäden, die die große Masse ihrer Kugeln uns hervorbrachten, wurden im Augenblick wieder durch Pionire hergestellt, welche auch die Parallele und die Kommunikationen rückwärts erweiterten und vertieften.

Bei Beginn der Nacht ein neuer Ausfall der Russen: 5 Bataillons auf unser Linken, auf unserer Rechten eine fast ebenso starke Kolonne; es war aber diesmal kein Ueberfall, denn in dem Klang der Militair-Musik mischte sich das Geschrei und der Gesang der Soldaten; das französische Lager erwartet kampfbereit den Feind. Es war aber umsonst; der Feind machte nur eine Recognoscirung unter dem Schutze des Feuers der Stadt, und kehrte, ohne einen Schuß zu thun, um.



Am 11. errichteten die Artillerie und Marine die 5 Batterien, auf welche 56 Geschütze (Kanonen, Mörser, Haubitzen) vertheilt werden sollen. Den Tag über erweiterte man die während der Nacht ausgehobenen Gräben, hob Laufgräben dazwischen aus, und Jeder suchte eifrigst, ohne auf die Gefahr zu achten, so schnell als möglich das ruhmreiche Ziel zu erreichen, welches er sich vorgesteckt hatte. In der Nacht wetteiferten 3000 Soldaten in ihrem Eifer und in ihrer Thätigkeit, trotz des unaufhörlichen Artillerie-Feuers. Das Central-Bastion, das Bastion Mât zeichneten sich dabei vor Allen aus und gaben an 50 Schuß in der Stunde ab. — Während die Landarmee Tag und Nacht thätig ist, blieb auch die Flotte ihrerseits nicht müßig. Die Schraubenboote und Dampfschiffe, welche das Belagerungsmaterial herangefahren hatten, kreuzten südöstlich von Sebastopol, unter dem Kommando des Vice-Admirals Bruat. Mit einer englischen Flotille verbunden, beobachteten der „Napoleon", der „Ulloa", die „Megäre" und die „Pomona" die Küste zwischen Balaclava und der Bay von Yalta.

Das Gros der französischen und englischen Flotte und 5 Segelschiffe (auf einem derselben befand sich der Vice-Admiral Hamelin), nahmen Stellung auf der Höhe der Katscha. 5 Segelschiffe und 10 Dampfcorvetten unter dem Contre-Admiral Lugeol transportirten Verstärkungen von Varna und Bourgas nach Balaclava. Zwei türkische Fahrzeuge, eine englische Fregatte und der „Jena", ein französisches Schiff, hielten sich in der Bay von Eupatoria auf, um für die Verproviantirung der Flotte Sorge zu tragen.

In Folge einer Seitens der Admirale Hamelin und Bruat vorgenommenen Recognoscirung der Batterien beschloß General Canrobert die Errichtung einer 6. Batterie auf der Stelle eines früheren genuesischen Forts, welche trotz ihrer großen Entfernung vortheilhaft der Artillerie der „Quarantaine" begegnen und eine gute Anlehnung für den äußersten linken Flügel unseres Angriffs abgeben dürfte. Am 12. ist die Herstellung der 5 ersten Batterien fast beendigt, und schritt man zu ihrer Armirung. Der Artillerie-Capitain Magalon begann den Bau der sechsten. Die „Stadt Paris", der „Bayard" und „Heinrich IV" sollten sie mit 4 Kanonen des Kalibers 50, der „Algier" und die „Stadt Marseille" mit 6 Paixhans'schen Haubitzen ausrüsten.

Außerdem gaben auch die Schiffe das nöthige Personal zur Bedienung der Geschütze ab und zwar 14 Mann per Kanone und Haubitze, auch jeder Dreidecker 40, jeder Zweidecker 30 Marine-Füsiliere. Hierzu traten noch 50 Marine-Füsiliere vom „Marengo", der „Pomona" und dem „Suffren", so daß im Ganzen 1500 Seesoldaten und 40 Geschütze von der französischen Flotte ans Land gesetzt wurden. Die 6., 1. und 2. Batterie befehligte der Schiffs-Kapitain Rigaud de Genouilly. Unter ihm standen die Kapitains Lescure, Méquet und Pichon.

Mit Eintritt der Dunkelheit nahm ein Bataillon des 39. Linien-Regiments Position nahe beim Genuesischen Fort, welches eine Tirailleurkette umgab. Die Arbeiter häuften Sandsäcke über einander, eröffneten die Tranchee, stellten Blendungen auf, und verstärkten die Schulter- wie Brustwehren, indem sie Scharten einschnitten, und Banketts aus Rasen für die Schützen herstellten. Das war aber nur der leichteste Theil der Arbeit: man mußte auch trotz der Schwierigkeiten des Terrains die Belagerungs-Geschütze heranschaffen und vor ihren Scharten aufstellen; die Seeleute verdoppelten ihre Anstrengungen und ihre Thätigkeit; sie wollten die Arbeit zu Ende bringen, und Dank ihren Bemühungen, wurden die Kanonen und Haubitzen auf Sattelwagen der Land-Artillerie auf die Höhe und in den Ruinen des Genuesischen Forts bis zu der Zeit in Sicherheit gebracht, wo man sie an ihre richtige Stelle schaffen konnte.

Um 1 Uhr Morgens meldeten die Vedetten einen neuen Ausfall der Russen. Unsere Soldaten griffen zu den Waffen, als aber die Russen merkten, daß man sie erwarte, machten sie kehrt. Die Oberbefehlshaber der verbündeten Armee befahlen ihren Truppen, wieder in ihre Positionen zurückzukehren, und kaum hatten sie dies gethan, als eine furchtbare Kanonade Seitens der Festung erfolgte. Alle Batterien feuerten auf ein Mal; man zählte in einer Stunde an 845 Kanonen-, Haubitzen- und Mörserwürfe. Der Boden zitterte, und die Luft wurde einen halben Tag hindurch von flammenden Geschossen, ähnlich der Explosion eines riesenhaften Feuerwerks, durchschnitten.

Sich niederkauernd in Löcher, welche sie sich mit ihren Säbeln gemacht hatten, litten die Soldaten nicht zu sehr unter dieser Fluth

von Geschossen, worunter alle Art von Hohl- und Vollkugeln vertreten waren, und einige sogar über 5000 Schritt (4 Kilometer) weit gingen.

Eine russische Vedette, welche unsere Tirailleurs den „grünen Affen" getauft haben, beobachtete uns von einem hohen Mastbaume herab und deutete die für den Angreifer verwundbaren Punkte an.

Die Arbeiten, durch die gewaltige Kanonade des Feindes unterbrochen, wurden darauf wieder um so lebhafter aufgenommen; so sehr suchten unsere Soldaten, welche seit 12 Stunden das russische Feuer ertrugen, ohne selbst feuern zu können, bald Höflichkeit mit Höflichkeit zu erwiedern, wie sie sich scherzweise ausdrückten.

Die Engländer arbeiteten, obgleich sie nicht so weit wie wir vorgerückt waren, gleichfalls mit großem Eifer. Man muß zu ihrer Entschuldigung sagen, daß sie mehr als unsere Truppen von den Beschwerden der Meeresfahrt, von angestrengten Märschen und Lagern unter freiem Himmel litten. Die Herbstsonne hat noch Wärme, aber die Nächte sind kalt, außerdem wehte 3 Tage, vom 10ten bis 13ten, ein Nordwind, der Schnee befürchten ließ, und unsere Verbündeten nahmen diesen schnellen Wechsel der Temperatur nicht leicht hin, da sie Nichts hatten, um den bösen Einfluß derselben von sich abzuhalten. Wir haben oben die Zahl ihrer Kranken genannt; wir wollen jetzt ein getreues Bild ihrer gesunden Leute geben: es sind abgemagerte Gestalten, auf welche Staub, Schweiß und Hitze phantastische Arabesken gezeichnet haben; ihre Kleider sind abgetragen, voller Flecke und Schmutz, und seit mehreren Wochen nicht vom Leibe gekommen; das Lederzeug ist schmierig und ohne Glanz. Selbst die Offiziere erscheinen in keinem bessern Aufzuge; das Roth ihrer Uniformen hat seine Farbe verloren, die Goldstickereien sind schwarz geworden, manches Loch verunziert die Beinkleider, und die zusammengedrückten Tschakos bieten einen eigenthümlichen Anblick. Trotz wiederholter Tagesbefehle trugen die Meisten einen über die Brust zusammengebundenen Shawl.

Am 13ten waren von 3000 Mann, aus denen ursprünglich die Brigade der Garden bestand, nur 1700 felddienstfähig, von 40 Offizieren 14. Der Dienst der Militair-Aerzte war bei den Engländern

nicht wie bei uns organisirt, auch bewiesen die Aerzte selbst nicht den vollen Eifer und die Hingebung, welche zu wünschen war.

Dessenungeachtet hatten die Engländer 1870 Schritt (1500 Yards) lang die Laufgräben eröffnet, deren größter Theil im Stande war, die schweren Kanonen aufzunehmen. Sie waren etwas weiter ab als wir, das Ausschiffen ihrer Geschütze war jedoch beendigt. Sie hatten eine enorme Menge Pulver, Vollkugeln und Bomben von Balaclava mitgenommen und in einem Reserve Depot untergebracht; es kamen aber viele ihrer Geschütze gar nicht in Gebrauch. Die Straße war mit Vollkugeln in Folge des Zusammenbrechens mehrerer Karren überschüttet, die die Seeleute übermäßig beladen hatten.

Die Batterien, welche ihr Feuer gegen die Schiffe abgeben sollten, lagen ungefähr in einer Entfernung von 2370 Schritt (1900 Yards) von diesen ab; sie wurden mit Kanonen von 8- und 10zölligem Kaliber ausgerüstet. — Alle Maßnahmen wurden nun vom Angreifer getroffen, das Geschützfeuer zu eröffnen; durch angestellte Berechnungen kam man zur Annahme, daß die englischen und französischen Batterien täglich 25600 Bomben und Vollkugeln gegen die Festung werfen könnten, wenn man alle 10 Minuten einen Schuß thue.

Verstärkungen von Varna und Gallipoli brachten das Belagerungscorps auf 23000 Mann.

Während die Ingenieure die Fortsetzung der ersten Parallele bis zur Kapitale des Bastions Mât feststellten, beschäftigte sich die Artillerie mit der Errichtung zweier neuen Batterien, No. 7 und 8. —

Eine Kompagnie Freischützen wurde am 15ten auf Betrieb des Generals Forey gebildet. Sie bestand aus 1 Kapitain, 1 Lieutenant, 2 Unterlieutenants, 4 Unteroffizieren, 8 Korporälen und 150 Mann, entnommen aus den besten Schützen der Jäger-Bataillons zu Fuß und der Zuaven-Regimenter. Diese Kompagnie mußte täglich 65 Tirailleurs von 4 Uhr Morgens bis 6 Uhr Abends stellen. Die Freischützen nahmen vor dem neuen Laufgraben rechts von der Batterie Nr. 5 in Gruppen zu 3 bis 4 Mann in vorher ausgehobenen kleinen Gräben Stellung und richteten vom Morgen des 16ten ab ihre Kugeln gegen die Scharten des Bastions „Mât“ auf eine Entfernung von 1100 Schritt (850 Meter). Sie brachten eine solche Verwirrung in der Besatzung dieses Bastions hervor, daß eine Ko-

lonne ausfiel, und sich gegen diese kleinen Trupps wandte. Das präcis abgegebene Feuer derselben zwang dieselbe jedoch, da sie dadurch decimirt wurde und das Feuer nur unverhältnißmäßig erwiedern konnte, sich zurückzuziehen.

Zwei Tage darauf richtete der Oberbefehlshaber, von dem Werth dieses neuen Korps überzeugt, eine zweite Kompagnie Freischützen ein.

(Fortsetzung folgt.)

X.

Welche Art des Verbandes der Batterien in Truppen-Korps sichert deren Wirksamkeit am meisten?

I. Einleitung.

Die Frage, in welcher Art der Verband der Batterien in Truppen-Korps stattfinden müsse, um den Gebrauch aller Truppen und namentlich den des Geschützes am meisten zu begünstigen, findet sich in den verschiedenen Armeen faktisch auf ungleiche Weise gelöst. Die Schriften, welche es sich zur Aufgabe gemacht haben, rationell die militairischen Fragen der Organisation zu behandeln, gehen, so weit meine Kenntniß derselben reicht, kurz über jene Frage hin; selbst das Wenige, das sie enthalten, bedarf nach den großen Fortschritten der Bewaffnung einer nochmaligen Erwägung; es dürfte daher zur neuen Taktik der Artillerie kein geringer Beitrag geliefert werden, wenn ein größerer Grad der Einigkeit über die aufgestellte Frage erzielt würde. Dem Wunsche, letzteres zu bewirken, sind die folgenden Zeilen gewidmet.

Seit länger als einem halben Jahrhundert findet man nicht mehr alle Batterien eines größeren Truppenkörpers lose in diesem bestehen, eben so wenig aber sämmtlich mit den einzelnen Bestandtheilen des Korps in eine permanente Verbindung gebracht. Die



Nothwendigkeit, an jedem Punkte einer Schlachtstellung von Hause aus einiges Geschütz zu besitzen, und getrennte Theile des Korps nicht ohne solches zu lassen, verdrängte bei der zunehmenden Schnelligkeit aller Operationen die erste dieser Maaßregeln; die Nachtheile einer ungerechtfertigten Vereinzelung aller Batterien und das Bedürfniß, während der Operationen bis zu deren Ende über eine nicht unbedeutende Menge von Geschützen zu Hauptschlägen und zur Abwehr plötzlich drohender Gefahren verfügen zu können, beseitigte die zweite. Sie werden beide nicht wiederkommen und es erscheint überflüssig, sich weiter mit ihnen zu beschäftigen. Als feststehend, als Ausgangspunkt für die folgenden Erwägungen darf der Grundsatz dienen, daß in jedem größeren Truppenkorps ein Theil der Batterien mit den von einander getrennten Theilen der Infanterie und der Kavallerie permanent verbunden werden müsse, ein anderer Theil aber lose im Korps zu bestehen habe. Seit den Feldzügen in Italien am Schluß des vorigen Jahrhunderts haben sich Infanterie-Divisionen von 8000 bis 9000 Kombattanten und Kavallerie-Divisionen von 3000 bis 4000 Pferden als so geeignete größere Bestandtheile eines Armeekorps herausgestellt, mit denen eine Batterie oder einige Batterien (je nach deren Geschützzahl) permanent zu verbinden sind, und der Name „Divisions-Batterien" ist für letztere ein so allgemein eingeführter und mit Recht geltender, daß ich bei dieser Eintheilung und Benennung verbleiben werde. Für den Rest der Batterien, welche lose im Armeekorps bestehen, für gewöhnlich nur vom Befehlshaber der Artillerie unter dem Korps-Kommandeur verwendet werden, und nur vorübergehend unter die Befehle der Divisions-Kommandeurs der Infanterie und der Kavallerie treten, wird fast überall der Name „Reserve-Batterien" gebraucht, während, wie dies weiterhin gezeigt werden wird, der Name „Dispositions- und Reserve-Batterien" ein viel richtigerer ist, dessen ich mich auch schon in meinen früheren Vorlesungen und Schriften seit mehr als 20 Jahren bereits bediente.

Bis hierher herrscht Uebereinstimmung des artilleristischen Grundsatzes; nunmehr beginnen aber die Verschiedenheiten der weiteren Ausführung, und zwar



1. in der Zahl der Geschütze für die Divisions-Artillerie, und in der für die im Korps lose zu belassenden Batterien,
2. in der Wahl für die Geschützgattungen und Kaliber zu der einen und zu der andern Bestimmung, und
3. in den Grundsätzen der Behandlung und Verwendung beider Theile.

II. Die Zahl des Geschützes in der Divisions-Artillerie und in der Dispositions- und Reserve-Artillerie.

Von allen Artillerie-Generälen, welche zugleich Schriftsteller ihrer Waffe waren, hat Lespinasse am Ende des vorigen Jahrhunderts zuerst und am bestimmtesten die Regel ausgesprochen, nach der das Geschütz einer Armee zu vertheilen wäre, und dieser Ausspruch hat um so mehr einen Werth, als Napoleon in seinen berühmten italienischen Feldzügen diese Regel zu einer Zeit gab und befolgte, wo die größere Selbstständigkeit der Armee-Divisionen mit so großem Erfolge begann. Er bestimmte die Hälfte des für die Armee-Divisionen*) einer Armee angenommenen fechtenden Geschützes zu einer permanenten Verbindung mit diesen, und die andere Hälfte zur Reserve und zum Ersatz des Abganges aus dem ersteren Theile. Zwar spricht er von einem dritten gleich starken Theile, dieser befindet sich aber im Rücken der Armee bei den Reserve-Parks, dient nur zur Vollständigkeits-Erhaltung der auf den Schlachtfeldern erscheinenden Artillerie, und hat den Charakter von nur materiellen Ersatzstücken. Hierbei sind auf 1000 Mann der Armee-Divisionen 2 fechtende Geschütze und verschiedenartige Kaliber vom 4pfder bis 12pfder, so wie $5\frac{1}{2}$ und 6zöllige Haubitzen angenommen. Außerdem giebt Lespinasse einer mit den Armee-Divisionen verbundenen Kavallerie-Division, im Betrage von $\frac{1}{4}$ der Infanterie, 3 Geschütze auf 1000 Pferde, ohne daß weder bei der Reserve-Artillerie noch im Rücken der Armee bei dem Ersatz-Material auf weiteres Geschütz dazu gerechnet wird.

*) Also ohne Rücksicht auf das mit den Kavallerie-Divisionen permanent zu verbindende Geschütz.



Nimmt man an, daß auch dieses reitende Geschütz nöthigenfalls aus der Geschütz-Reserve der Armee-Divisionen Unterstützung oder Ersatz empfängt (was Lespinasse zwar nicht anführt), und zum Divisions-Geschütz gehört, so befinden sich $\frac{2}{3}\frac{1}{3}$ oder beinahe $\frac{2}{3}$ alles Geschützes mit den Infanterie- und Kavallerie-Divisionen verbunden, und $\frac{1}{3}$ gehört zur Reserve. Diesen Grundsatz proklamirt auch noch das aide-mémoire für die französischen Artillerie-Offiziere von 1844, indem es $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ von allem Geschütz den Divisionen überweiset, $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ zur Reserve behält, von dem Ersatz-Material im Rücken der Armee weiter keine bestimmte Erwähnung macht, jedoch auch dabei von 2 Geschützen für 1000 Mann aller Kombattanten, von dem Vorhandensein von 2 Kanonen- und 2 Haubitz-Kalibern und von der Verbindung aller Kanonen mit den Haubitzen ausgeht. Das Artillerie-Komité war aber zu jener Zeit mit der Revision dieses Grundsatzes und anderer damit verbundener Grundsätze beschäftigt. Das Ergebniß dieser Revision ist mir nicht bekannt geworden. In der Krim 1854 befanden sich etwa $1\frac{1}{2}$ Geschütze auf 1000 Mann bei den französischen Armee-Divisionen und $\frac{3}{4}$ Geschütze in der Reserve; 1854 gestaltete sich bei zwei Korps das Verhältniß der Reserve-Geschütze geringer*).

Die Preußischen Kriegs-Armeekorps, welche nach 1807 gebildet wurden, und namentlich die von 1813 bis 1815 weisen in sofern eine Verschiedenheit der vorstehenden allgemeinen Anhaltsregeln nach, als die Hälfte von allen Batterien mit den Divisionen verbunden wurde, die andere Hälfte aber lose unter dem Namen der Reserve-Batterien in den Korps bestand. Dabei wurden 3 Geschütze auf 1000 Kombattanten gerechnet, und 4 Kaliber geführt.

In dem Taschenbuche für die Offiziere der östreichischen Artillerie von Smola (1831) wird gesagt, daß die eigentliche Reserve in einer Aufstellung zur Schlacht wenigstens $\frac{1}{4}$ von allem Geschütz betragen müsse. In dem Worte „eigentlich" liegt der Sinn, daß auch noch mehr Geschütz zur Reserve-Artillerie gehöre; wie viel, ist

*) Es ist zu bedauern, daß das kleine Werk von Anischkoff „der Feldzug in der Krim" nicht auch bei den russischen Truppen die Zahl der Divisions-Geschütze und derer der Reserve angiebt.



aber nicht angegeben. Auch die englischen Gedächtnißhülfen für die Artillerie-Offiziere schweigen über die Zahl des Geschützes zu der Verbindung mit den Divisionen und zur Reserve, machen aber im Uebrigen auf die Lespinasse'schen Vorschläge als auf etwas Beachtenswerthes aufmerksam.

Aehnlich verhalten sich die zu meiner Kenntniß gelangten andern deutschen und fremden Lehrbücher und Handbücher der Artillerie, und auch die aus der Kriegsgeschichte von 1796 bis in die jüngste Zeit zu entnehmenden summarischen Nachrichten scheinen zu der Annahme zu berechtigen, daß man im Allgemeinen $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ von allem Geschütz der Feldtruppen zur permanenten Verbindung mit den Infanterie- und Kavallerie-Divisionen, und $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ zur Reserve zu bestimmen für rathsam hielt. Wo nur 2 Geschütze auf 1000 Mann aller Truppen gerechnet werden, findet das Verhältniß von $\frac{2}{3}$ zu $\frac{1}{3}$, und wo mehr als 2 bis 3 Geschütze angenommen wurden, das Verhältniß von $\frac{1}{2}$ zu $\frac{1}{2}$ mehr Beifall.

Es ist aber nicht allein die summarische Zahl des Geschützes, sondern es sind auch die Zahl der Kaliber, die Gattungen der Batterien, die Stärke derselben an Geschütz und die Wahl der Kaliber in ein und derselben Batterie, welche auf dessen Vertheilung zu den Divisionen und zum losen Bestande im Armeekorps Einfluß haben. Je größer in allen diesen Beziehungen die Gleichförmigkeit und Einfachheit der Batterien ist, desto mehr Geschütz wird man zur Verbindung mit den Divisionen ohne Nachtheil bestimmen können, und je weniger einfach das System der Geschütze, je weniger gleichförmig die Batterien sind, desto mehr wird man von ihnen lose im Armeekorps bestehen lassen müssen, um in den einzelnen Gefechtsverhältnissen stets das rechte Geschütz an der rechten Stelle wirken lassen zu können. Ein Beispiel wird dies näher dokumentiren.

Die französischen Armeen erhielten, da sie nur 2 Geschütze auf 1000 Mann in Batterien zu 6 Stück, nur 8pfdige und 12pfdige Feld-Batterien aus $\frac{2}{3}$ Kanonen und $\frac{1}{3}$ Haubitzen bestehend führten, nicht mehr Geschütze in der Reserve, als die allgemeinen Regeln für die Stärke einer jeden Truppen-Reserve nützlich erscheinen lassen, d. h. höchstens $\frac{1}{3}$. In sofern nicht neue Umstände ein Anderes bedingen, würden sie dasselbe Verhältniß auch beibehalten können, wenn sie zu



einem einzigen Kaliber übergehen sollten. Ein Preußisches Armeekorps von etwa 33000 Mann, mit 96 Geschützen in Batterien zu 8 Stück, mit 5 6pfdigen Fuß- und 3 6pfdigen reitenden Batterien von $\frac{3}{4}$ Kanonen und $\frac{1}{4}$ Haubitzen, mit 3 12pfdigen Kanonen-Batterien ohne Haubitzen und mit einer 7pfdigen Haubitz-Batterie würde aber sicher sehr oft des nützlichsten Geschützes zu rechter Zeit und an rechter Stelle entbehren, wenn man sich auf $\frac{1}{3}$ des Geschützes, also auf eine eigentliche Reserve für die lose bestehenden Batterien beschränken, und $\frac{2}{3}$ des Geschützes den Divisionen permanent überweisen wollte, möchten diese 33000 Mann nun in 2 oder 3 Armee-Divisionen zerlegt sein, denen eine Kavallerie Division beigegeben wäre. Ja selbst wenn die so sehr geringe Zahl der Haubitzen dadurch einigermaßen ausgeglichen wäre, daß 4 6pfdige Fuß-, 3 6pfdige reitende, 3 12pfdige und 2 7pfdige Haubitz-Batterien zur Verwendung bereit ständen, würden in den speziellen Gefechts-Veranlassungen und Zuständen immer noch bedeutende Gefahren für eine rechte Benutzung der verschiedenen Batterien zu rechter Zeit und an rechter Stelle zu gewärtigen sein, oder andere Angelegenheiten entstehen, wenn man nur $\frac{1}{3}$ der Batterien, also nur eine eigentliche Geschütz-Reserve lose im Armeekorps besäße. Bestände z. B. dieses Drittel aus einer 6pfdigen reitenden, einer 12pfdigen und 27pfdigen Haubitz-Batterien bei zwei Armee-Divisionen und einer Kavallerie-Division, so würde es jeder Armee-Division an Haubitzen fehlen. Beständen drei Armee-Divisionen, so träte ein gleicher Uebelstand ein, außerdem aber noch der Mangel an 12pfdern bei einer Division hinzu; oder man müßte von Hause aus die Batterien sogleich zerstückeln. Aehnliche Uebelstände werden sich bei jeder andern Wahl der Batterien für die Reserve zeigen. Noch größer würde aber das Uebel werden, wenn das Armeekorps einige Batterien zu einer Central-Artillerie-Reserve der Armee abgeben sollte. Man muß also, um solchen Uebeln zu entgeben, die Hälfte des Geschützes oder selbst noch etwas mehr lose im Armeekorps bestehen lassen, und hat dann immer noch $1\frac{1}{2}$ Geschütze auf 1000 Kombattanten permanent mit den Divisionen verbunden, während in dem angeführten Beispiele eine Armee, welche nur 2 Geschütze für 1000 Mann zählt, bei $\frac{1}{3}$ der Batterien in der Reserve, dennoch nur $1\frac{1}{3}$ Geschütze permanent in den Divisionen besitzt.



Hierbei ist aber nicht außer Acht zu lassen, daß, wo die Hälfte von allem Geschütz oder etwas mehr lose im Armeekorps verbleibt, dies nicht allein die nothwendige Geschütz-Reserve *) ist, sondern darin auch eine Anzahl Geschütze zum steten, oft wechselnden Gebrauch bei den Divisionen in erster Linie, in allen Verhältnissen der Lagerung, des Marsches in der Nähe des Feindes und der Gefechte steckt. Die Natur der jedesmaligen besondern Verhältnisse, unter denen diese Operationen ausgeführt werden, entscheidet auf kürzere oder längere Zeit darüber, welche Gattungen und welche Kaliber der Geschütze aus den losen Batterien zu diesen Zwecken den Divisionen neben ihrer Divisions-Artillerie beigegeben werden, und hierin liegt zugleich der Grund, warum die Summe der lose im Armeekorps bestehenden Batterien nicht mit Recht und auch nicht mit Vortheil nur allein den Namen „Reserve-Batterien" führt, sondern den der „Dispositions- und Reserve-Batterien" anzunehmen hat, um schon durch den Namen richtige Vorstellungen über den Zweck dieser bedeutenden Geschützzahl zu befördern.

Als Fortsetzung des Beispiels, welches weiter vorn aufgestellt wurde, führe ich an, daß, wenn eine jede der beiden Armee-Divisionen des 33000 Mann starken Armeekorps mit 2 6pfdigen Fuß-Batterien als Divisions-Geschütz verbunden wäre, eine jede derselben heute in einer ersten Aufstellung zur Schlacht vorzugsweise 12pfder, bei dem Beginn eines andern Gefechtes vorzugsweise mehr Haubitzen bedürfen könnte, und daher durch permanente Beigabe einer 12pfdigen oder einer 7pfdigen Haubitz-Batterie als Divisions-Artillerie in dem einen oder in dem andern Falle übel berathen sein würde. Bestimmte man aber eine 6pfdige Fuß- und eine 12pfdige Batterie allein zur Divisions-Artillerie einer jeden Division, so wüchse die Zahl der Uebelstände noch durch vergrößerten Mangel an Haubitzen, durch geringere Manövrirfähigkeit des Divisions-Geschützes, durch größere Ungleichförmigkeit desselben, und müßte dann doch, bei Nichtbefolgung

*) Der Glaube, daß die Geschütze, welche man mit dem Namen einer „Geschütz-Reserve" belegt, in ihrer Verwendung auf dem Schlachtfelde gleichen Regeln, wie die Reserven der Infanterie und der Kavallerie unterworfen wären, hat schon zu manchen Mißgriffen in Thaten, Organisationen und Lehren geführt.

s empfohlenen Grundsatzes, noch zur permanenten Zutheilung einer
fdigen Fuß-Batterie geschritten werden. Bei dem Bestehen von
ei Armee-Divisionen, von denen eine jede mit einer 6pfdigen Fuß-
atterie als Divisions-Geschütz verbunden wäre, würden gleiche
ebelstände eintreten, denn wenn man einer jeden dann noch eine
2pfdige Batterie permanent beigäbe, so wäre die Divisions-Artille-
.e fortwährend mit zu wenig Haubitzen versehen, die Reserve-Artil-
:rie hätte keine 12pfder, und wenn man dem in jedem Verhältnisse
ann stattfindenden Mangel an Haubitzen bei den Divisionen abhel-
en wollte, würde man von Hause aus beide Haubitz-Batterien zer-
'eißen müssen, dabei aber weniger als ⅓ der Batterien zur eigentlichen
Reserve behalten. Wie man sich aber auch auf andre Weise wenden,
welche Vertheilung der Batterien man auch vornehmen möge, man
kommt aus den verschiedensten Uebelständen nicht heraus, wenn man
nicht die Hälfte aller Batterien oder selbst etwas mehr in der Dis-
positions- und Reserve-Artillerie behält, und von dem hauptsächlich
oder ganz aus 12pfdigen, 7pfdigen Haubitz-Batterien und einer rei-
tenden Batterie bestehenden desfalsigen Geschützquantum, nach Maß-
gabe des wechselnden Terrains, der wechselnden eigenen Absichten, der
wechselnden Natur des feindlichen Widerstandes uud der wechselnden
besondern Bestimmung und Lage einer jeden Armee-Division, die
Divisions-Artillerie einer jeden dieser letztern auf längere oder kür-
zere Zeit stets durch den Ueberschuß über das Drittel der Batterien,
d. h. durch die Dispositions-Artillerie verstärkt. Dieses Dispo-
sitions-Quantum besteht also nicht in bestimmten von
Hause aus dazu gewählten Batterien, sondern eine jede
Batterie der vereinigten Dispositions- und Reserve-
Artillerie kann dazu dienen, was ein ungemein großer Vor-
theil ist.

Aber auch selbst dann, wenn eine große Gleichförmigkeit und Ein-
fachheit aller Batterien, bei stattfindender permanenter Verbindung
von ⅔ mit den Divisionen, den so eben ausführlich nachgewiesenen
Nachtheil, in vielen Gefechtsverhältnissen den geeignetsten Kalibern
ihre wirksamste Stelle nicht anweisen zu können, beseitigt, ist eine
gleichmäßige Vertheilung dieser zwei Drittel von allem Geschütz an
die Divisionen unvortheilhaft, und würde auch selbst vor der Periode

von 1825 wahrscheinlich nicht zu einer Regel erhoben worden sein, wenn die Batterien damals schon den vollen Grad von Geschwindigkeit und Manövrirfähigkeit gehabt hätten, den sie heute als fahrende und reitende Batterien in den meisten Heeren besitzen. Verbunden operirende Armee-Divisionen haben fast niemals weder im Lager, noch auf dem Marsch, noch in einer ersten Schlachtformation zum Angriff oder zur Vertheidigung das Bedürfniß eine gleiche Anzahl von Geschützen gehabt; die Divisionen der Avantgarden, die auf den Schlüsseln eingenommener Positionen, und die gegen letztere dirigirten Truppen bedurften stets mehr Geschütz als die andern, und es war und ist sehr unvortheilhaft, ihnen diesen Mehrbetrag gleich zu Anfang der Gefechte aus einer eigentlichen, nur $\frac{1}{3}$ des Gesammtgeschützes betragenden Reserve zu geben, oder von der Divisions-Artillerie anderer Divisionen für sie zu entnehmen. Bei dem heutigen Zustande der Bewaffnung, namentlich des verbesserten Infanterie-Gewehres und des immer wirksamer werdenden Feuers mit Hohlgeschossen aller Art, ist eine starke Konzentrirung des Geschützes auf wenigen Punkten oder gegen wenige Punkte des Terrains noch viel bedürftiger als früher; die vermehrte Manövrirfähigkeit, das häufigere Einzelngefecht der Infanterie und ihr mit Sicherheit weiter reichendes Feuer entbinden das Geschütz von der Gegenwart an manchen Orten, wo es früher nothwendig war; der durch die neue Kultur an mehr Stellen als sonst für Geschütz unzugänglich oder unvortheilhaft werdende Boden mit seinen vielen umzäunten Baulichkeiten weiset dem Geschütz häufiger als sonst andere günstige Wege an als der Infanterie, und überhaupt ist die neue Taktik der Artillerie eine lokal*) viel ungebundenere, als bisher. Allen diesen Rücksichten, allen diesen Bedürfnissen, allen angedeuteten Veränderungen der neuen Taktik der Infanterie und der Artillerie kann nur dann sicher und zweckmäßig entsprochen werden, wenn im Allgemeinen die Zahl des Divisions-Geschützes sich vermindert, die des Dispositions-Geschützes zunimmt, und die des eigentlichen Reserve-Geschützes gleich bleibt oder selbst ein wenig sich verringert,

*) Also keineswegs den Zwecken des Ganzen nach.

In Zahlen stellt sich dies ungefähr folgendermaßen heraus:*)

A. Bei 3 Geschützen auf 1000 Kombattanten aller Truppen.

a) Divisions-Geschütz

a^1. der Infanterie-Divisionen

Geschütz auf 1000 Mann Infanterie,

b^1. der Kavallerie-Divisionen

Geschütze auf 1000 Pferde,

c^1. Aller Truppen zusammen genommen, oder summarisch

1½ Geschütze oder etwas weniger auf 1000 Kombattanten; die Hälfte oder etwas weniger von allem Geschütz,

b) Dispositions-Geschütz.

½ Geschütz oder etwas mehr auf 1000 Kombattanten.

c) Reserve-Geschütz.

1 Geschütz auf 1000 Kombattanten.

} In Summa 1½ Geschütze oder unbedeutend mehr auf 1000 Kombattanten; die Hälfte oder etwas mehr von allem Geschütz.

B. Bei 2 Geschützen auf 1000 Kombattanten aller Truppen.

a) Divisions-Geschütz

a^1. der Infanterie-Divisionen

1 Geschütz auf 1000 Mann Infanterie,

b^1. der Kavallerie-Divisionen

3 Geschütze auf 1000 Pferde,

---

*) Am besten stellt sich dies bei Armeekorps von drei Armee-Divisionen und einer Kavallerie-Division dann dar, wenn die Armee-Division aus 8000 bis 9000 Mann Infanterie und 600 Pferden, die Kavallerie-Division aus 3600 bis 4000 Pferden besteht, die Batterien 8 Geschütze enthalten, und die gesammte Kavallerie in der Stärke von einem Fünftel der Infanterie ist.

c[1]. Aller Truppen zusammen genommen, oder summarisch

$1\frac{1}{8}$ Geschütze auf 1000 Kombattanten; $\frac{9}{16}$ von allem Geschütz.

b) Dispositions-Geschütz

$\frac{3}{8}$ Geschütz auf 1000 Kombattanten.

c) Reserve-Geschütz.

$\frac{1}{2}$ Geschütz auf 1000 Kombattanten.

} In Summa $\frac{7}{8}$ Geschütze auf 1000 Kombattanten; $\frac{7}{16}$ von allem Geschütz.

III. Die Wahl der Geschütz-Gattungen und Kaliber zu Divisions-, so wie zu Dispositions- und Reserve-Geschütz.

Besäße eine Artillerie nur ein einziges Kaliber in dem Feldgeschütz, oder hätte sie die Absicht, nur ein einziges solches einzuführen, so fiele die Veranlassung zu der überschriebenen Wahl fort. Es gehört nicht hierher, die Zweckmäßigkeit oder Unzweckmäßigkeit einer solchen Absicht zu erörtern *); damit aber der gewöhnliche und bisher allgemein übliche Fall einer zu treffenden Wahl zur Sprache kommen könne, möge von der Fortsetzung des Bedürfnisses oder von dem Bestehen der drei mehr erwähnten Kaliber, nämlich der 6pfdigen und 12pfdigen Kanonen, und der 7pfdigen kurzen Haubitzen ausgegangen werden. Sind diese Haubitzen lange, so dürften die folgenden Verhältnisse ihre Gültigkeit dennoch ganz beibehalten. Auch mag zur Fixirung der Ideen, zur Herbeiführung von Kürze und Deutlichkeit und in Uebereinstimmung mit der ziemlich allgemeinen Richtung der heutigen Ansichten und Bestrebungen angenommen werden, daß in dem Gesammt-Feldgeschütz die Hälfte der Batterien in 6pfdigen, ein Viertel in 12pfdigen und ein Viertel in 7pfdigen Haubitz-Batterien bestehen, daß die Batterien 8 Geschütze, die 6pfdigen Batterien ein

---

*) Sie ward von mir zuletzt in der Schrift „Ueber die Veränderungen, welche dem Artillerie-Wesen durch das verbesserte Infanterie-Gewehr auferlegt werden, Schweidnitz bei **Weigmann**. 1855" erörtert.

:tel Haubitzen, die 12pfdigen nur Kanonen enthalten, daß die
fte der 6pfdigen Batterien reitende, alle übrigen Batterien aber
rende seien, daß drei Geschütze für 1000 Kombattanten aller Waf-
bestimmt wurden, und daß es sich um Ausrüstung eines Korps
ı drei Armee-Divisionen, mit neun Infanterie-Bataillonen in drei
:igaden und 600 Pferden, und einer Kavallerie-Division von 3600
erden in zwei Brigaden zu drei Regimentern handelt. Es sind
:rnach 3 6pfdige fahrende, 3 6pfdige reitende, 3 12pfdige und 3
'fdige Haubitz-Batterien einzutheilen.

Die manövrirfähigsten 5 oder 6 Batterien, welche Kanonen und
aubitzen enthalten, den mindesten Train bei größter Schußzahl mit
ch führen, und gleichartig sind, werden sich am besten zur Divi-
ons-Artillerie eignen. Dies sind die 3 6pfdigen fahrenden Batte-
ien für die drei Armee-Divisionen und 2 6pfdige reitende Batterien
ür die Kavallerie-Division.

Zur Dispositions- und Reserve-Artillerie gelangen daher unter
den vorangestellten speciellen Annahmen sieben Batterien, und zwar
3 12pfdige, 3 7pfdige Haubitz-Batterien und 1 6pfdige reitende Bat-
terie. Unter andern speziellen Voraussetzungen würden es sechs, oder
die Hälfte aller Batterien sein. Von diesen sieben Batterien gehören
nach II. A. drei zur Dispositions-Artillerie und vier bilden die eigent-
liche Reserve.

Auf Märschen in offenem und ebenem Terrain werden sich 2
12pfdige und 1 7pfdige Haubitz-Batterie am besten zur Verwendung
als Dispositions-Geschütz eigenen, indem dann vorausgesetzt werden
darf, daß die Kavallerie-Division meist die Avantgarde des Korps bil-
den, nur von einer Brigade einer Armee-Division gefolgt werden
wird, und daher reitende Artillerie bei der Spitze sich befindet. Mar-
schirt dann eine 12pfdige und die 7pfdige Haubitz-Batterie (eine
schwere Geschütz-Brigade soll sie genannt werden)*) zwischen der
ersten und zweiten Division, die andere 12pfdige Batterie aber an
der Queue der dritten Division, so ist nicht nur der Gebrauch jedes

*) Der Beweis, daß eine schwere Geschütz-Brigade vortheilhafter
aus einer 12pfdigen und einer 7pfdigen Haubitz-Batterie, als
aus 2 12pfdigen oder 2 7pfdigen Haubitz-Batterien besteht, folgt
in IV.

Kalibers bei Unterstützung der Avantgarde durch die erste Division gesichert, sondern es wird sich auch eine schwere Geschütz-Brigade bei dem gewöhnlichen Aufmarsche der beiden ersten Divisionen sogleich in deren Mitte befinden, und die letzte oder Reserve-Brigade eine 12pfdige Batterie bei sich haben.

Sowohl für diese Marschordnung, wie für eine jede andre, dient zum Verständniß des Verhältnisses der fahrenden Divisions-Batterien zu der Dispositions-Artillerie die einfache Bemerkung, daß eine jede derselben in der Regel auf die vorderste Brigade ihrer Armee-Division folgt, und die Dispositions-Geschütze unmittelbar, oder nachdem noch andre Truppen ihr gefolgt sind, hinter sich hat. Trennen sich die Theile der Division, so kann auch die Divisions-Batterie getheilt werden.

Ist das Terrain koupirt, und größtentheils so uneben, daß nicht die Kavallerie-Division, sondern eine der Armee-Divisionen ganz oder mit ihrem größten Theile die Avantgarde übernehmen muß, so wird man die 6pfdige reitende Batterie, eine 12pfdige und eine 7pfdige Haubitz-Batterie zur Dispositions-Artillerie wählen, die Divisions-Batterie der Avantgarden-Division durch die Haubitz-Batterie verstärken, die reitende Batterie da folgen lassen, wo der Marsch des größten Theils der Divisions-Kavallerie der beiden vordersten Divisionen angewiesen ist, und die 12pfdige Batterie auf die erste Division des Gros folgen lassen. Man befindet sich dann in der günstigen Lage, nicht allein die Artillerie der Avantgarde zu gehöriger Zeit mit reitender Artillerie oder mit 12pfdern verstärken zu können, sondern auch bei dem Aufmarsch in eine Schlachtlinie eine schwere Geschütz-Brigade nach dem geeignetsten Punkte, gewöhnlich nach der Mitte zu disponiren, und die Divisions-Kavallerie mit reitendem Geschütz zu verbinden, es möge nun die Avantgarden-Division in die Hauptstellung aufgenommen, oder zur Reserve bestimmt werden.

Nehmen die Schwierigkeiten des Terrains für die Bewegungen und für die Wirkungen des Geschützes noch mehr zu, namentlich für die Operationen der 12pfder, so wird die Verstärkung der Divisions-Artillerie aus den Dispositions-Geschützen zunächst ohne 12pfder erfolgen, endlich aber auf einige Haubitzen sich beschränken. Ein solcher Fall wird dann gewöhnlich zur Ausrüstung des Korps mit we-

niger Geschütz überhaupt, oder zur einstweiligen Zurücklassung eines größeren oder kleineren Theiles desselben, zuerst von 12pfdern und von reitenden Geschützen führen.

Es kann dem Urtheil über die vorstehenden Maßregeln nicht entgehen, daß schon bei Gelegenheit der Märsche, welche den Gefechten vorausgehen, die Wahl der Kaliber zum Dispositions Geschütz zur sofortigen Gegenwart einer schweren Geschütz-Brigade in der Mitte, oder auf dem wichtigsten Punkte der zum Gefecht aufmarschirten Divisionen führt. Und dies ist eine Nothwendigkeit, welche unerfüllt bleibt, wenn die Dispositions-Artillerie bereits für alle Fälle permanent einen Theil der Divisions-Artillerie ausmachte.

Eine andere Zusammensetzung der Armeekorps, ein anderes Verhältniß der Zahl aller Geschütze und der Zahl der verschiedenartigen Batterien zu einander, wird die im Vorstehenden getroffene spezielle Wahl der Bestandtheile der Divisions-Artillerie, so wie der des Dispositions- und Reserve-Geschützes modifiziren, immer aber dürfte solche denselben Regeln unterliegen müssen, welche sich im Vorstehenden erkennen lassen, und diese Regeln sind kurz folgende:

1a) „Zur Divisions-Artillerie der Armee-Divisionen sind die „leichtesten aus Kanonen und Haubitzen bestehenden fahrenden Batterien, zu der der Kavallerie-Divisionen die reitenden Batterien zu bestimmen."

2a) „Die Dispositions-Artillerie wird in der Regel schon bei „den Märschen in der Nähe des Feindes, in Kalibern und „Geschütz-Gattungen, welche sich nach dem Karakter des „Kriegsschauplatzes, der eigenen Zwecke und des Zustandes „und der Maßregeln des Feindes richten, zur Verstärkung „der Divisions-Artillerie, theils einzelnen Divisionen überwiesen, theils gesammelt zwischen den Divisionen disponirt."

3a) „Sie besteht in offenem, ebenen Terrain vorzugsweise aus „12pfdern, mit etwa halb so vielen 7pfdigen Haubitzen: in „koupirtem, größtentheils unebenem Terrain in 12pfdern „und 7pfdigen Haubitzen zu gleichen Theilen und in reitendem Geschütz; und beschränkt sich, wenn der allge-

„meine Karakter des Kriegsschauplatzes den Bewegungen „der Artillerie große Schwierigkeiten entgegenstellt, und dem „direkten Kanonenschuß enge Grenzen setzt, auf Haubitzen."

4a) „Als Reserve-Geschütz dienen jedes Mal diejenigen Batterien „der Dispositions- und Reserve-Artillerie, welche, nach Absonderung des Dispositions-Geschützes, in jedem speziellen „Falle übrig bleiben, und ausnahmsweise diejenigen Divisions-Geschütze, welche sich bei den zur eigentlichen Reserve bestimmten Armee-Divisionen und Kavallerie-Divisionen oder bei deren Theilen befinden."

IV. Grundzüge zur Behandlung und Verwendung des Divisions-Geschützes, so wie des Dispositions- und Reserve-Geschützes.

In dem vorigen Abschnitte wurde gezeigt, daß das lose Bestehen des Dispositions- und Reserve-Geschützes im Armeekorps keinesweges die Schwierigkeit in sich schließt, erst unmittelbar vor dem Beginn einer Schlacht oder eines Gefechtes das geeignete Dispositions-Geschütz zur Verstärkung des Divisions-Geschützes wählen und aus dem etwa immer vereinigt marschirenden Dispositions- und Reserve-Geschütz absenden zu müssen, daß vielmehr schon zu allen Zeiten der Karakter des Kriegsschauplatzes, so wie der allgemeinen eigenen und feindlichen Absichten und Maßregeln bei dem Eintritt der Märsche unfern des wahrscheinlichen oder möglichen Zusammentreffens mit dem Feinde, zu der Bestimmung geführt hat, ob, mit wie viel und mit welchen Dispositions-Geschützen eine jede Division zu verstärken war. Es kann ferner nicht unbemerkt geblieben sein, daß, wenn die Art dieser Verstärkung und die Stellen in der Marschordnung für das Dispositions Geschütz die rechten waren, letzteres auch bei erfolgender Entwickelung des Korps aus der Marschordnung sich in möglichster Nähe der Punkte befindet, nach denen es dirigirt worden wäre, wenn man es aus dem im Rücken des ganzen Korps fehlerhafter Weise vereinigt marschirenden Dispositions- und Reserve-Geschütze hätte holen müssen. Die vorgeschlagenen Maßregeln vereinigen also die Vortheile einer stärkeren, den Divisionen permanent zugetheilten Divi-



=Artillerie mit denen einer richtigen Zahl und richtiger Kaliber Geschütz an den rechten Punkten, und mit dem Vorzuge einer ren Freiheit in deren wechselnden Verwendung bald bei der einen, bei der andern Division.

Bekennt man sich zu der Anwendung dieser Maßregeln, so wer= folgende Grundzüge in der Behandlung und Verwendung der unterschiedenen Theile des Gesammtgeschützes deren günstigen lg am meisten sichern.

a. Die Kommando=Verhältnisse betreffend.

Eine jede Armee=Division und Kavallerie=Division erhält einen bsoffizier als Kommandeur deren Artillerie, und zwar erstere selbst n, wenn sie nur aus einer Divisions=Batterie und einem Divi= s=Reservepark besteht. Die aus der Dispositions=Artillerie zur stärkung des Divisions=Geschützes abgesendeten einzelnen Bat= en treten unter die Befehle dieses Stabsoffiziers, und die sämmt= e Artillerie bei der Division dann natürlich auch unter dem Di= ons=Kommandeur. Werden zwei oder mehr Batterien der Dispo= ions=Artillerie gesammelt zur gleichzeitigen Unterstützung der Ar= lerie von mehr als einer Division, namentlich auf Märschen zwischen n Divisionen disponirt, so stehen solche unter einem eigenen Stabs= fizier und nur unter dem Befehl des Korps=Kommandeurs und des ommandeurs aller Artillerie. Damit die Dispositions= und Reserve= Batterien für die häufigsten Fälle des Bedürfnisses stets die schnellste und angemessenste Verwendung finden, bilden (wie bereits in III. er= wähnt wurde) 1—12pfdige und 1—7pfdige Haubitz=Batterie stets eine schwere Artillerie=Brigade, und nur, wenn mehr Batterien von erste= rer als von letzterer Gattung vorhanden sind, kann eine 12pfdige Brigade formirt werden, oder es wird eine einzige überschießende 12pfdige Batterie einer schweren Geschütz=Brigade attachirt. Das Armeekorps hätte sonach einen Kommandeur der gesammten Artillerie, einen Kommandeur der gesammten Dispositions= und Reserve=Ar= tillerie, einschließlich aller Reserve=Parks, und, unter der Annahme eines in III näher bezeichneten Armeekorps, vier Stabs=Offiziere für die vier Divisionen und drei für die Dispositions= und Reserve= Batterien.

Es bedarf einer Erklärung, warum die schweren Brigaden aus einer 12pfdigen und einer Haubitz-Batterie, und nicht aus zwei gleichartigen Batterien zusammenzusetzen sind. Die Fälle, in denen zwei 12pfdige Batterien, ohne Haubitzen, eine gemeinsame Verwendung finden werden, sind ungleich seltener als die, in denen eine 12pfdige und eine Haubitzbatterie dazu gelangen. Dies findet jetzt, wo die Haubitzen an Wirksamkeit und an Zahl gegen früher so bedeutend zugenommen haben, und, ohne die Haubitzen in den 6pfdigen Batterien zu rechnen, bald in gleicher Anzahl wie die 12pfder erscheinen dürften, noch viel öfter als in der Vergangenheit statt. Entnimmt man der Dispositions- und Reserve-Artillerie vereinzelt eine 12pfdige und eine 7pfdige Haubitzbatterie zu unbestimmten Zwecken für zwei Divisionen, so wird bei der vorgeschlagenen Formation nur eine Brigade zerrissen, andernfalls trifft dies Schicksal sogleich zwei Brigaden. Eine Verstärkung der Divisions-Artillerie zweier Divisionen durch eine 12-pfdige und eine 7pfdige Haubitzbatterie ist aber in den meisten Fällen viel deutlicher ausgesprochen, als eine Verstärkung durch zwei 12pfdige oder durch zwei Haubitzbatterien, es mögen nun diese Batterien vollständig, oder nur in halben Batterien getheilt, zur Verwendung kommen. Die Vereinigung mehrerer Haubitzbatterien in einer Schlacht an derselben Stelle gehört aber zu den selteneren Bedürfnissen, und kann für die Formation der Geschützbrigaden nicht maaßgebend sein. Diese Gründe dürften zur Rechtfertigung der gewählten Formation ausreichen.

b) Die Verwendung betreffend.

a'. Auf Märschen außerhalb der Gefechtssphäre.

Die Divisions-Artillerie marschirt natürlich schon vom Augenblick der Bildung der Armee- und der Kavallerie-Divisionen an mit diesen; die Dispositions- und Reserve-Batterien werden aber so lange vereinigt bleiben, als die Operationen mit Waffenwirkung noch nicht beginnen. Dies liegt in der Unmöglichkeit, schon jetzt die rechte Zahl und Gattung der Dispositions-Geschütze zu bestimmen, und in der leichteren Ueberwachung von allem Geschütz.

b'. Auf Märschen innerhalb der Gefechtssphäre.

Ist der Zeitpunkt eingetreten, in dem der Gebrauch der Waffen möglich wird, so werden der Charakter des Terrains für die Operationen, die eigenen Absichten und die Verfassung des Feindes mit dessen muthmaßlichen Zwecken, in Verbindung mit den Einflüssen der Jahreszeit auf die Beschaffenheit des Bodens und auf die Schwierigkeit der Verpflegung, über die Zahl und Gattungen des den Armee-Divisionen beizugebenden Dispositions-Geschützes entscheiden. Für gewöhnlich wird es nur in einer solchen Anzahl überwiesen werden, daß noch $\frac{1}{3}$ des Gesammtgeschützes oder etwas weniger bis zu $\frac{1}{4}$ zur Reserve verbleibt. Hinsichtlich der Gattungen ist es von wesentlicher Bedeutung, wie die Avantgarde des Korps gebildet ward. Der Abschnitt III. zeigte bereits die Folgen dieser Bildung und die daraus hervorgehende Wahl des Dispositions-Geschützes. Wie man bei andern, als den zur Sprache gebrachten Marschordnungen hinsichtlich der Herausnahme von Dispositions-Geschützen aus der vereinigten Dispositions- und Reserve-Artillerie zu verfahren habe, wird daraus leicht ersichtlich.

Das eigentliche Reserve-Geschütz marschirt stets an der Queue des Armeekorps.

c'. In rangirten Schlachten

Nach dem in b' Vorgetragenen befinden sich die gesammten Divisions- und Dispositions-Geschütze in dem Zeitpunkte, wo das Armeekorps sich anschickt, aus der Marschordnung in Gefechtsstellungen überzugehen, bei der Avantgarde und bei den Divisionen des Gros. Wie nun auch die Entwicklung geschehen möge, und welches auch die Stellung sei, welche der Avantgarde in der Schlachtordnung des ganzen Korps anheimfällt*), die stattgefundene Vertheilung sichert jedem Punkte und jedem Theile des Korps die nöthigen Geschütze vom rechten Kaliber, und

1) „Es werden die Dispositions-Geschütze auf den Hauptpunk-„ten der eigenen oder gegen die Hauptpunkte der feindlichen

*) Namentlich mag sie in der Hauptstellung verbleiben, oder darin aufgenommen, oder in die Reserve zurückgezogen werden.



„Stellung, vorzugsweise in der Mitte der entwickelten Linie, „gleichzeitig mit dem in der Nähe der Flügel oder neben „den Hauptpunkten operirenden Divisions-Geschütz in Thä- „tigkeit treten.

2) „Verbleibt die Avantgarde nicht in der Schlachtlinie, wird „sie vielmehr in das Reserve-Verhältniß zurückgezogen, so „finden dennoch die ihr beigegeben gewesenen Dispositions- „Geschütze in der Schlachtlinie ihre Verwendung.

3) „War reitendes Geschütz als Dispositions-Geschütz bei der „Avantgarde, so tritt solches in rangirten Schlachten des „ganzen Korps gewöhnlich in die Reserve zurück, und wird „nach Umständen die Divisions-Batterie der Avantgarde in „der Linie durch eine 12pfdige oder eine Haubitzbatterie „verstärkt.

4) „Die eigentliche Reserve-Artillerie wird also dann, unter „Annahme der Zusammensetzung des Armeekorps in III, in „der Regel aus einer schweren Brigade, einer 12pfdigen „oder einer Haubitz-Batterie, und aus einer reitenden Bat- „terie bestehen.

5) „Auf die Verwendung derjenigen Divisions-Batterien, welche „sich bei den Infanterie-Divisionen und der Kavallerie-Di- „vision der allgemeinen Reserve befinden, zu Zwecken der „Reserve-Artillerie, kann nur ausnahmsweise gerechnet „werden.

Eine solche Verwendung findet namentlich dann statt, wenn die Reserve-Batterien schon im Laufe der Schlacht sämmtlich oder zum Theil zur Verstärkung der Dispositions-Geschütze bei dem Angriff oder bei der Vertheidigung verwendet waren, wenn die Kavallerie-Division voraussichtlich nur die Rolle einer Vervollständigerin des Sieges am Ende des Gefechts zu übernehmen hat, und wenn die Abwehr einer drohenden Gefahr in so kurzer Zeit erforderlich ist, daß alles disponible reitende Geschütz dazu verwendet werden muß.

d'. In für längere Zeit zur Vertheidigung eingerichteten Lagern.

In Lagern, deren Vertheidigung für längere Zeit mit oder ohne Feldverschanzungen gesichert wurde, ist in der Regel den schweren Brigaden der Dispositions-Artillerie, und sofern diese nicht ausreichen, denen der Reserve-Artillerie die Stelle auf den Hauptpunkten der Vertheidigungslinien anzuweisen, während die eigentliche Geschützreserve, in etwa $\frac{1}{4}$ aller Geschütze bestehend, aus den reitenden Batterien, und, wenn solche bereits andere Bestimmungen erhalten hatten, aus den 6pfdigen fahrenden Batterien zusammengesetzt wird. Der Rest des Divisions-Geschützes verbleibt bei den Truppen zur Mitwirkung bei der Vertheidigung der ihnen anvertrauten Terrainpunkte und künstlichen Deckungsmittel, so wie zu deren anderweitigen Operationen.

e'. Bei Abgabe von Batterien zu Central-Reserven der Kavallerie und der Artillerie mehrerer verbundenen Armeekorps.

Wird ein Theil der Kavallerie des Armeekorps (etwa eine Brigade oder der dritte Theil der Kavallerie-Division) zur Bildung einer Central-Reserve der Kavallerie mehrerer verbundener Armeekorps abgegeben, so geht auch ein entsprechender Theil des reitenden Divisions-Geschützes damit fort, das reitende Geschütz der Reserve bleibt aber im Armeekorps.

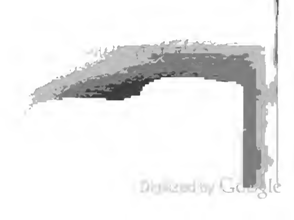
Soll eine Central-Reserve der Artillerie gebildet werden, so wird die dazu gelangende reitende Artillerie ebenfalls noch aus dem Divisions-Geschütz entnommen werden können, so daß im Ganzen eine reitende Batterie von einem jeden Armeekorps dazu abgeht. Es verbleibt dann eine solche Batterie bei der Kavallerie-Division des Armeekorps und eine zweite bei dessen Reserve-Artillerie.

Außerdem wird unter den Annahmen in III gewöhnlich eine schwere Geschützbrigade von jedem Korps zur Centralreserve der Artillerie bestimmt, und vermindert die Hälfte dieser die Dispositions-, die andere Hälfte die Reserve-Artillerie des Korps.



Der Zweck dieser Blätter gestattet nicht, mehr in das Einzelne und in die Anwendung der vorgetragenen Grundzüge einzugehen. Sie genügen aber auch vollkommen, um der Ueberschrift dieses Aufsatzes ihre nöthige Folge geben zu können, und um jedes Hinderniß gegen die Befolgung aller andern Grundsätze der neuen Taktik der Artillerie aus dem Wege zu räumen. Wesentlich ist dabei die stete Vergegenwärtigung des Umstandes, daß, wer die Vortheile der Trennung der Haubitzen von den 12pfdigen Batterien und die der selbstständigen Haubitzbatterien genießen will, theilweise einer andern Methode des Gebrauchs der Geschütze huldigen muß, als wer nur allein gemischte Batterien von Kanonen und Haubitzen besitzt. Erscheint dies zu schwer (was bei mir nicht der Fall ist), so muß man von der Organisation der erstgenannten Batterien abstehen.

A. du Vignau,
Generalmajor a. D.



X.

Bemerkungen
zu dem Aufsatz im Edinburgh review über die Belagerung von Sebastopol.

Die Belagerung von Sebastopol hat ein ganzes Jahr lang das Zeitung lesende Publikum in Spannung erhalten. So voreilig die Presse Anfangs behauptete, daß Sebastopol bald unterliegen müsse, um so erstaunter war man über den nachhaltigen Widerstand eines Ortes, dessen Befestigungen meist erst während des Angriffs entstanden waren, und wo also nur ein unbedeutendes Profil vorausgesetzt werden konnte.

Die Tagespresse hat es nicht unterlassen, das Publikum über alle Einzelheiten dieser Belagerung zu unterhalten, event. auch über die verschiedenen im Festungskriege vorkommenden Operationen zu instruiren, so oberflächlich dergleichen auf solchem Wege freilich nur möglich war. Auf diese Weise hat sich inzwischen ein öffentliches Interesse an Gegenständen zu erkennen gegeben, die sonst gewöhnlich der Laie, als zu abstrakt und verwickelt, in keine ernstliche Erwägung zu ziehen pflegt.

Dahin gehören die Reflexionen über die Befestigungskunst, insofern die Tagespresse wiederholt darauf hingedeutet hat, daß der Wider-

stand Sebastopols vornehmlich der Art seiner Befestigung zuzuschreiben sei, die alles bisher Dagewesene in der Art der Anwendung übertreffe.

Der vorliegende Aufsatz des **Edinburgh review** behandelt gleichfalls diesen Gegenstand, und wenn es als ein Vortheil der Tagespresse anzusehen ist, daß sie mancherlei Dinge zur näheren Besprechung anregt, so kann es nur beifällig aufgenommen werden, wenn hierdurch die Aufmerksamkeit des Publikums überhaupt auf die Wichtigkeit der Befestigung hingeleitet und in Folge dessen vorzugsweise der Militair darauf hingewiesen wird, diesen Gegenstand näher ins Auge zu fassen. Dergleichen Unterhaltungen dienen auch dazu das Studium des Festungskrieges überhaupt wieder anzufrischen.

Und dieser wichtige Zweig der Kriegswissenschaft muß besonders von den Offizieren der Preußischen Armee beachtet werden, weil der Preußische Staat ein ausgedehntes Festungsnetz besitzt, worauf die Landesvertheidigung beruht, zu dessen richtiger Handhabung aber das Studium der Fortifikation und des Festungs-Krieges unerläßlich ist.

In dem vorstehend genannten Aufsatze sind wahre mit falschen Ansichten verbunden, und es wurde mir somit der Auftrag ertheilt: diesen Aufsatz von dem Standpunkte des Ingenieurs einer Kritik zu unterwerfen.

Zu dem Ende will ich in dieser Beziehung zuerst die Hauptpunkte bezeichnen, worüber sich der Verfasser jenes Aufsatzes ausläßt und dabei dasjenige, was mir als richtig oder unrichtig erscheint, vorläufig übersichtlich zusammenstellen, demnächst aber die beregten Punkte für sich einer näheren Untersuchung unterwerfen.

1. Behauptet der Verfasser mit Recht: daß es bei einer Befestigung vornehmlich auf das Frontalfeuer ankomme und die zu enfilirenden Linien von Nachtheil sind; dagegen aber täuscht er sich in der Ansicht: daß tenaillirte Linien oder vorspringende Saillants überall vermieden werden könnten und überhaupt verworfen werden müßten.
2. Hat der Verfasser Recht, wenn er die große Widerstandsfähigkeit von Erdwällen anerkennt und dem feindlichen Fernfeuer kein Mauerwerk entgegenstellen will.



Unrichtig ist aber die Ansicht, daß man an den Erdwällen Mauerwerk überhaupt vermeiden müsse, und daß namentlich die Erfahrungen von Bomarsund die Anwendung gemauerter Thürme als unzweckmäßig erscheinen lasse.

3. Deutet der Verfasser mit Recht auf die Vortheile hin, welche die hartnäckige Vertheidigung detachirter Schanzen der Festungs-Vertheidigung gewährt;
unrichtig ist aber die Ansicht, daß die diesfälligen Vorgänge bei Silistria hierin eine neue Erscheinung darbieten.

4. Hat der Verfasser Recht, wenn er es anerkennt, daß die eilige Befestigung der Südseite von Sebastopol mit Umsicht und Energie ausgeführt worden sei, bezeichnet aber mit Unrecht selbige als eine ganz neue Befestigungsmanier, die vorzüglicher sei, als alles, was die Befestigungskunst sonst hervorgebracht habe, insbesondere sind seine Urtheile über die neupreußische Befestigung zu oberflächlich und nicht motivirt.

5. Hebt der Verfasser mit Recht den Vortheil der Kavaliere hinter den Wällen hervor, geht aber zu weit, wenn er die Festung überhaupt mit etagenförmigen Erdwällen umgeben wissen will.

6. Muß man dem Verfasser darin beistimmen, daß es für die Vertheidigung sehr vortheilhaft sei, wenn die Festung so viel Geschütz besitzt, um dem Angreifer die Etablirung seiner Batterien ganz unmöglich zu machen, doch läßt sich hieran in der Praxis nicht die Forderung knüpfen, daß jede Festung in solchem Grade ausgerüstet sein müsse.

7. Kann dasjenige, was der Verfasser über die Berechnung der Widerstandsfähigkeit einer Festung nach Maaßgabe der bei ihr angewandten Befestigungsmanier anführt, nicht als stichhaltig anerkannt werden; am wenigsten kann die nachhaltige Vertheidigung von Sebastopol mit der kurzen Vertheidigung der Thürme von Bomarsund oder mit der Vertheidigung der Citadelle von Antwerpen verglichen werden, weil hier die Verhältnisse ganz ungleicher Art sind*).

*) Der Verfasser irrt auch, wenn er behauptet, daß in neuerer Zeit keine Belagerung einem feindlichen Angriffe 36 Tage lang widerstanden habe.



Nach diesen Vorbemerkungen gehe ich zu den Details über und zwar:

ad 1. **Das Frontalfeuer und die Verwerfung der Saillants betreffend.**

Die Befestigungskunst hat von je her anerkannt, daß das Frontalfeuer der Enceinte vorzugsweise begünstigt werden müsse, und das älteste Tracé ist bekanntlich das Polygonal-Tracé, wo die Enceinte nur durch grade Linien gebildet wird. Eine Flankirung dieser Linien ist aber zur Abwehr des gewaltsamen Angriffs als sehr nöthig anerkannt worden, wozu man sich zuerst der Thürme, nachher der Basteien oder der Bastione bediente, woraus sich denn das Bastionär-Tracé entwickelte, weil dieses Tracé die reinste Bestreichung gewährt.

Diese Befestigungsmanier, die im Laufe des 16ten Jahrhunderts als italienische Befestigungskunst überall Eingang fand, und in Frankreich im Laufe des 17ten und 18ten Jahrhunderts durch Pagan, Vauban, Cormontaigne und die Schule von Mezières zur weiteren Ausbildung gelangte, wird von den französischen Ingenieurs noch immer sehr hoch gehalten. Die Contrescarpe der älteren Bastionär-Befestigung war anfänglich mit gar keinem gedeckten Wege versehen. Je mehr sich aber die Anwendung der Feuerwaffen bei dem Angriff ausbildete, je mehr trat auch die Nothwendigkeit hervor, das Glacis der Festung durch Seitenfeuer so zu vertheidigen, daß dem Angreifer die Anlage seiner Bresch-Batterien erschwert würde; gleichzeitig machte sich auch das offensive Element in der Vertheidigung geltend, wonach für die Unterstützung der Ausfälle, sowie auch für den sichern Rückzug der ausgefallenen Truppen gesorgt werden mußte*). Dies führte auf die Anlage des gedeckten Weges und des Ravelins, welche Anlagen auch noch heute unerläßlich erscheinen. Das Rave-

*) Unter andern ergab es sich im Jahre 1529 bei der Belagerung Wiens durch die Türken, daß bei einem Ausfalle der Besatzung einige Kompagnien bis an den Grabenrand verfolgt, und da sie nicht schnell genug in das Thor hinein konnten, mit großem Verlust in den Graben gestürzt wurden, wonach der gedeckte Weg zuerst bei dem Schlosse von Mailand zur Anwendung gekommen sein soll.

lin vermag aber nur als Saillant vorzutreten und somit ist dies ein Gegenstand, der sich nicht abändern läßt.

Allerdings geht dadurch etwas von dem Frontalfeuer der Enceinte verloren, dagegen aber wird ein Kreuzfeuer gewonnen, welches auch seine Vortheile hat, und je mehr System auf diese Weise in die Befestigung hineingebracht wird, je mehr gelingt es, die nothwendige Besatzungsstärke auf ein Minimum zu reduciren, worauf es am Ende wesentlich ankommt, wenn ein Land mehrere feste Plätze mit den nöthigen Ausrüstungsmitteln zu versehen hat.

Die vortretenden Saillants kommen übrigens in dem sogenannten tenaillirten System vorzugsweise zur Anwendung, ein Tracé, welches aus der Zusammenziehung der Bastions-Facen entstand, um längere Flanken zu gewinnen und nach der mehrjährigen Vertheidigung von Candia 1667—69 von kriegsgeübten Ingenieurs sehr empfohlen ward*), und selbst von Montalembert und Carnot bei den neuern Befestigungs-Vorschlägen mit angewendet worden ist.

Ueberhaupt läßt sich über den Nutzen eines oder des andern Tracé's kein, ein für alle Mal geltendes, Urtheil fällen, denn es kommt dabei viel auf Umstände an, und nach Maaßgabe des Terrains kann auch ein sich selbst flankirendes tenaillirtes Tracé ganz vortheilhaft erscheinen, wenn z. B. das Terrain dem Feinde keine Enfilirung der Linien gestattet und wegen vorliegender Niederungen dem förmlichen Angriff besondere Schwierigkeiten entgegentreten.

Jedenfalls muß indeß danach getrachtet werden, die Facen der Saillants der feindlichen Enfilade zu entziehen und wo dies nicht möglich ist, dennoch aber ein Saillant erforderlich wird, muß durch Cremaillirung, Bonnettirung oder Traversirung das feindliche Enfilirfeuer möglichst unwirksam gemacht werden. Andererseits entwickelt auch die neuere Befestigung hinter dergleichen Saillants durch Reduits wiederum Frontalfeuer, oder die Haupt-Enceinte ersetzt dasselbe.

Schließlich kann das Tracé einer Festungsfront nicht mit der Schlachtordnung der Truppen im freien Felde verglichen werden, weil die Verhältnisse hier ganz verschieden sind, was seine Erklärung in der Positions-Vertheidigung findet.

---

*) Rimpler 1674. — Landsberg 1712.



ad 2. Die Verwerfung des Mauerwerks bei der permanenten Befestigung betreffend,

so ist dies ein Gegenstand, der mit großer Vorsicht behandelt werden muß.

Die Anwendung des Mauerwerks soll nämlich hauptsächlich den gewaltsamen Angriff erschweren und es muß auf diesen Angriff bei einer Befestigung auch vorzugsweise Bedacht genommen werden, weil der Feind nur dadurch, daß ihm der gewaltsame Angriff erschwert wird, zu dem langsamen förmlichen Angriff übergeht, der aber auch jeden Augenblick wieder zu einem gewaltsamen Angriff umschlagen kann. Die Bekleidung der Escarpe des Walles mit Mauerwerk, um die Ersteigung des Walles zu erschweren, desgleichen eine gemauerte Contrescarpe, um dem Feinde das Hineinsteigen in den Graben so schwierig als möglich zu machen, kommen der Vertheidigung also sehr zu Statten, weshalb die Befestigungskunst jederzeit auch darauf Werth gelegt hat. Bei der älteren Befestigung, wo man den Escarpen gern ein Mauer-Relief von 30—40 Fuß Höhe gab, hat es sich allerdings ereignet, daß der obere Theil dieser Mauer von dem feindlichen Geschütz schon aus der Ferne gefaßt und in Trümmer gelegt werden konnte, wonach mit dem Mauerbruch auch zugleich ein Wallbruch erfolgte, zumal wenn die Mauer nicht mit überwölbten Strebepfeilern versehen war. In der neuern Befestigung ist es aber schon seit lange Prinzip, den Cordon der Escarpe so tief zu legen, daß er durch das vorliegende Glacis gedeckt wird, oder man bedient sich auch nach den Vorschlägen Montalembert's einer freistehenden crenelirten Bogenmauer am Fuße des Walles, wonach man sich denn in Betracht einer vorbereiteten niederen Graben-Bestreichung mit einem Mauer-Relief von etwa 22 Fuß Höhe begnügt.

Daß die russischen eiligen Befestigungen zu Sebastopol dieser Verstärkung entbehrten, ist lediglich darin zu suchen, daß es dort an Zeit dazu fehlte, und in ähnlicher Art haben sich die eiligen Städte-Befestigungen im niederländischen Befreiungskriege ohne Mauerwerk beholfen, wobei dort freilich die bei dem nahen Wasserhorizont leicht zu erzielenden nassen Gräben einen Vortheil gewährten, dessen die Befestigungen zu Sebastopol sich nicht zu erfreuen vermochten.

Der nachhaltige Widerstand der Erdwälle gegen das Geschützfeuer hat sich inzwischen dort wie hier bemerklich gemacht und dies Faktum liefert immerhin den Beweis, daß eine hartnäckige Vertheidigung auch hinter rohen und niedrigen Erdwällen möglich ist. Andererseits aber ist es auch nicht in Abrede zu stellen, daß dabei mehr Streitmittel in Thätigkeit gesetzt werden müssen, als bei einer mehr verstärkten Befestigung und wenn es bei Ausführung der Festungswerke nicht an Zeit und Mitteln fehlt, so wird man namentlich da, wo kein nasser Graben zu erzielen ist, immer gern einen revetirten Graben anwenden.

Ebenso wird das Mauerwerk bei den permanenten Kehlverschlüssen, Profilmauern und Passagen, sowie auch bei den Reduits stets mit Vortheil anzuwenden sein. Dergleichen Reduits müssen indeß in ihrem Mauerwerk durch die vorliegenden Erdwerke gegen den feindlichen direkten Schuß gedeckt sein, und in dieser Art möchte auch nichts gegen die Anwendung der sogenannten Montalembert'schen Thürme zu erinnern sein.

Auf die Ergebnisse von Bomarsund ist in dieser Hinsicht gar nichts zu geben, weil die dortigen Befestigungs-Anlagen noch nicht fertig waren, so daß das noch frische Mauerwerk der Thürme unmittelbar beschossen werden konnte und den Thürmen selbst in der Kehle beizukommen war, so daß der Feind selbige aus der Nähe dort anzugreifen vermochte, wo nur eine schwache Gegenwirkung stattfand. Auch sind dort zur Verhinderung der feindlichen Aufstellung die Streitmittel jedenfalls unzureichend gewesen; desgleichen scheinen selbst Schartenladen oder andere Blendungsmittel nicht vorhanden gewesen zu sein. Wo dagegen, wie bei den Seeforts zu Sebastopol, z. B. bei dem Fort Constantin auch aus ungedecktem Mauerwerk ein überlegenes Etagenfeuer dem feindlichen Angriff entgegengestellt werden konnte, haben sich diese Thurmforts doch bewährt; was dadurch seine Bestätigung findet, daß nach dem eigenen Geständniß des Aufsatzes im **Edinburgh review** die englischen Ingenieure jetzt bemüht sind, durch ähnliche Thürme die Küsten ihres Vaterlandes zu decken.

ad 3. **Die Vortheile detachirter Schanzen betreffend,**

so bestätigt die Vertheidigung von Silistria wie die Vertheidigung Sebastopols den Nutzen detachirter Werke, sofern die Garnison stark genug ist, selbige gehörig vertheidigen und behaupten zu können. Doch kann man den Türken hierbei keine neue Erfindung zueignen, weil dergleichen Ereignisse im Festungskriege schon öfter vorgekommen sind, und will ich in dieser Beziehung nur an die ruhmwürdige Vertheidigung der Wolfsberg-Schanze bei Colberg aus dem Jahre 1807 erinnern, welche den feindlichen Angriff über 4 Wochen lang fesselte und der Garnison zu den schönsten Heldenthaten Veranlassung gab, indem diese Schanze nicht bloß während der feindlichen Einschließung unter vielen Mühseligkeiten erbaut und festgehalten wurde, sondern auch den Feind nöthigte, mit einem förmlichen Angriff dagegen vorzugehen, wonach sie erst unterlag, nachdem sie 16 Tage lang einem überlegenen feindlichen Geschützfeuer aus den feindlichen Batterien ausgesetzt gewesen und zuletzt aus 30 schweren Geschützen und Mortieren beschossen war, so daß die abgekämmten Brustwehren keine Deckung mehr gewährten. Dennoch ward diese Schanze nachher nochmal wieder zurück erobert. Ebenso denkwürdig ist die Vertheidigung des Hagelsberges während der Belagerung der Festung Danzig im Jahre 1807, wo unbekleidete Erdwerke einem feindlichen förmlichen Angriffe 54 Tage lang trotzten.

Die neuere Befestigung hat übrigens von der Anlage detachirter Werke schon mehrfachen Gebrauch gemacht und verstärkt dergleichen Schanzen durch bombensichere Reduits, um die Selbstständigkeit dieser Schanzen zu erhöhen. Dergleichen detachirte Werke legt man entweder auf Terrainpunkte, deren Besetzung dem Angreifer zur Fortsetzung der Belagerung besondere Vortheile gewähren würden, oder man legt solche Schanzen an, um die Gefechte zur Behauptung des Vorterrains der Festung zu unterstützen, wobei aber die Entfernung von 1000 Schritt nicht überschritten wird, damit die Vertheidigung dieser Schanzen noch durch die hinterliegende Festungsfront unterstützt werden kann. Dennoch muß bei der Anlage solcher detachirten Werke stets eine starke Besatzung vorausgesetzt werden, um die Gefechte aufnehmen zu können, zu welchen solche detachirte Werke

stets Veranlassung geben werden. Ist die Besatzung nicht stark genug, so wird der Belagerer die detachirten Schanzen zu isoliren suchen, und sich durch solche Schanzen nicht abhalten lassen, seinen Stoß auf die Hauptfestung zur Ausführung zu bringen.

Bei der letzten Vertheidigung von Silistria, wo es den Türken nicht an Mannschaft fehlte, war es ganz in der Ordnung, daß sie das Vorterrain der Festung mit Hülfe detachirter Werke behaupteten, denn da ihnen die Festung zum Rückhalt diente, so befanden sie sich dabei im entschiedenen Vortheil gegen den Angreifer. Aus ähnlichen Gründen haben auch die Russen bei Sebastopol einige Schanzen vorgeschoben. Zur nachhaltigen Vertheidigung der vorgelegten Schanzen gehört indeß immerhin, wie schon bemerkt, viel disponible Mannschaft und eine günstige Terraingestaltung.

ad. 4. Die Befestigung der Südseite Sebastopol's betreffend.

Als die Alliirten bei Balaklava landeten, um die Südseite von Sebastopol zu belagern, war diese Seite der Stadt theils offen, theils nur mit einer krenelirten Mauer und einigen Thürmen befestigt, so daß der Charakter einer Festung hier eigentlich gar nicht ausgeprägt war. Auf der Nordseite der Stadt waren allerdings starke Forts und mehrere Batterien vorhanden, von denen die Stadt unter Feuer genommen werden konnte, ein Rückhalt, der den Alliirten bedeutend genug erschien, um von einem sofortigen gewaltsamen Angriff gegen die Stadt abzustehen; vielmehr ward von ihnen für nöthig gehalten, erst ein Lager aufzuschlagen und das nöthige Belagerungs-Material heranzuschaffen, worüber aber so viel Zeit verging, daß es unterdessen den Russen gelang, sich Wälle aufzuschütten, um den Angriff in einer vorbereiteten Position aufnehmen zu können.

Es ist erklärlich, daß es bei dieser russischen Verschanzung sehr eilig und ohne viel Grübeleien herging.

Zunächst kam es darauf an, die Stadtmauer und Thürme durch schützende Erdwälle zu decken und hierbei lange Wallinien zur Aufstellung der Geschütze zu erzielen; nächstdem wurden auch einige weiter vorliegende günstige Terrainpunkte, als z. B. bei der Quarantaine und vor der mittleren Hafenbucht (Mastbastion und das soge-

nannte Redan) ingleichen vor dem Malakof-Thurm (Bastion Kornilof) vorläufig mit Schanzen besetzt, die später bei gelegener Zeit mit in die Enceinte hineingezogen worden sind. Vornehmlich mußten die Russen danach trachten, so viel Geschütz als möglich aufstellen zu können, weil in diesem großen Depotplatze Geschütze aller Art in großer Zahl zur Disposition standen und gleichfalls von den Schiffen viel Geschütz von großem Kaliber benutzt werden konnte. Auf kürzestem Wege gelangte man hierzu durch die frontale Entwickelung der Wallinien, die man nach Umständen mit Flanken hinter einander zurücktreten ließ. Dieselbe Absicht zur vermehrten Geschütz-Aufstellung veranlaßte stellweise auch eine etagenartige Batterie-Anlage. Während so in der Bedrängniß des Augenblicks in einem Umfange von etwa 8000 Schritt von den Russen eine horrende Erdarbeit auszuführen war, um die gewünschte Geschütz-Entwickelung zu erreichen, mußte auf alle sonstige Verstärkung der Befestigung Verzicht geleistet werden. Man war froh, aus einem nur etwa 2 Ruthen breiten und höchstens 10 Fuß tiefen Graben die zu einem Walle erforderliche Erde zu gewinnen und von der Anlage eines so wünschenswerthen gedeckten Weges vor der Contrescarpe mußte ganz abgesehen werden. Später ist zwar wiederholt versucht worden, durch vorgelegte tranchee-artige Einschnitte diesem Mangel abzuhelfen und der Schützen-Aufstellung, wie den Ausfällen auf solche Weise zu Hülfe zu kommen, doch ist dies trotz vielen Blutvergießens immer nur unzureichend gewesen und der Mangel eines gedeckten Weges blieb der Vertheidigung immer sehr fühlbar, wie auch der Umstand, daß kein Außenwerk zur Flankirung des Glacis vorhanden war.

Diese Mängel entschuldigen sich aber aus den eigenthümlichen Umständen, und den leitenden russischen Ingenieur kann dabei nichts zur Last gelegt werden. Derselbe hat sich vielmehr bei dieser Befestigung mit großer Umsicht zu behelfen gesucht, so gut es eben ausführbar war. Ebenso anerkennungswerth ist die Energie, womit diese ausgedehnte Erdarbeit betrieben ward, und daß der leitende Ingenieur nicht mehr unternahm, als in der kurz zugemessenen Zeit zu leisten möglich war. Unentschlossenheit und Unpünktlichkeit hätte hier Alles verdorben, und es gereicht dem russischen Ingenieur zu großem Lobe, daß er mit den Arbeiten rechtzeitig zu Ende zu kommen wußte.

Die Widerstandsfähigkeit dieser Befestigung muß nun freilich besonders aus den zahlreichen Streitmitteln erklärt werden, mittelst derer diese Befestigung thätig gemacht ward; inzwischen hat der nachhaltige Widerstand dieser unscheinbaren Befestigung der Tagespresse dazu Veranlassung gegeben, wiederholt darauf hinzudeuten: daß jener Widerstand dem vorzüglichen fortifikatorischen Tracee zugeschrieben werden müsse, und daß hier eine ganz neue Befestigungs-Manier vorliege, die alles bisher Dagewesene übertreffe, namentlich auch mehr geleistet hätte, als die neue preußische Befestigung leisten würde.

Dies Urtheil ist aber durchaus nicht motivirt und zeigt eine Unkenntniß unserer Befestigung, deren Bestreben unläugbar darauf hingerichtet ist: eben sowohl das Frontalfeuer zu begünstigen, als auch die verschiedenen Theile einer Festung auf das Angemessenste zu verstärken.

Es ist hier der Ort, die Principien unserer Befestigungsart etwas näher zu erörtern, wobei die bildliche Darstellung dem allgemeinen Verständniß zu Hülfe kommen würde.

Es möge hier ein sogenanntes Polygonal-Tracee mit einer Frontlänge von etwa 800 Schritt, in Verbindung mit der Caponier-Vertheidigung, in Betracht genommen werden, womit indeß nicht behauptet werden soll, daß sich die neue preußische Befestigung immer eines solchen Tracees bedient, wie sie überhaupt nicht darauf Anspruch macht, ein bestimmtes Tracee als eine neue Befestigungs-Manier aufzustellen, vielmehr ist es ihr Haupt-Prinzip: die Befestigung der Gestaltung des Terrains in möglichst natürlicher Weise anzupassen, ohne ängstliches Festhalten an Linien und Winkel von bestimmter Größe. Die Motive der neuen preußischen Befestigung beruhen zunächst in dem anerkannten Bedürfniß, die wesentlichen Uebelstände des bis dahin zur Anwendung gekommenen Bastionär-Systems zu vermeiden. Bekanntlich wird zu diesen Uebelständen gerechnet: der Mangel an Frontalfeuer, die mögliche Enfilade mancher Linien, der Mangel an bombensichern Räumen, die todten Winkel im Graben, die beschwerliche Unterstützung der Außenwerke und der Mangel an Abschnitten in der Hauptbefestigung, Behufs der schrittweisen Vertheidigung.

Im Allgemeinen vereinfacht hiernach die neuere preußische Befestigung das Tracee des Hauptwalles und giebt demselben gern eine

frontale Lage dem Angriff gegenüber, wobei die Entwickelung einer ausgedehnten Geschütz-Aufstellung ermöglicht wird. Die sonst üblichen Außenwerke werden vermieden, bis auf das durchaus nothwendige Mittelwerk vor der Front, welches die dortige große Graben-Caponiere deckt und zur Flankirung des gedeckten Weges und des Glacis durchaus nöthig ist. Es wird ferner die Selbstständigkeit der einzelnen Theile der Befestigung auf jede Weise begünstigt, eine wirksame niedere Graben-Bestreichung, wie auch gedeckte reservirte Feuer vorbereitet, die von Außen nicht zerstört werden können. Endlich aber ist es auch Grundsatz für das bombenfeste Unterkommen der Truppen zu sorgen, und zwar in den Werken selbst, wo die Vertheidigung ihrer bedarf. Es wird auch auf gesicherte und bequeme Kommunikationen für die Truppen-Bewegungen bei Ausfällen und auf eine hartnäckige Festhaltung des gedeckten Weges Bedacht genommen, nach Erfordern auch durch vorgeschobene selbstständige Außenposten das Vorterrain vertheidigt.

Diese Grundsätze sind sämmtlich durch die Praxis des Belagerungs-Krieges als richtig anerkannt und es kann dagegen nicht füglich etwas eingewendet werden. Andererseits werden sich hoffentlich die zur Erreichung des Zwecks angewendeten Hülfsmittel in der Praxis gleichfalls bewähren. Die hartnäckige Vertheidigung des Graben-Defilee's durch die großen zwei etagigen, gewölbten Caponieren, nach Umständen in Verbindung mit einer thätigen Eskarpe, verbürgt der ganzen Front die Sicherstellung gegen gewaltsame Unternehmungen und das Emplacement der feindlichen Breschbatterien wird hier sehr erschwert, unter andern schlagen dahin auch die in der Hohltraverse des Mittelwerks seitwärts aufzustellenden Haubitzen, wodurch die feindlichen Batterien in die Flanke gefaßt werden. Sollte der Feind endlich aber auch wirklich irgend wo durch die Stadt-Enceinte eingedrungen sein, so werden die Defensions-Kasernen hinter dem Walle ihn noch festzuhalten vermögen und seine weitere Verbreitung erschweren.

Somit haben wir bei der neuern preußischen Befestigung, wo sie vollständig zur Ausführung kommt, folgende verschiedene Positionen zu unterscheiden:

1) die sich gegenseitig vertheidigenden detachirten Werke,
2) den gedeckten Weg der Festung mit seinen Blockhäusern und den Contreminen,
3) den Hauptwall der Stadt-Enceinte mit seinen gedeckten Graben-Flankirungen, und
4) die Reduits und Abschnitte im Innern der Festung,

wobei die Zunahme der absoluten Stärke der Befestigung nach Innen ein wesentliches Moment ihrer Widerstandsfähigkeit zu bezeichnen ist.

Unleugbar würden die Russen sehr glücklich gewesen sein, wenn die Südseite von Sebastopol mit einer solchen permanenten Befestigung ausgerüstet gewesen wäre, namentlich würde ihr Verlust an Menschen und Material nicht so groß gewesen sein.

Der Umstand, daß sie stets große Reserven zur Hand haben mußten, um einem gewaltsamen Angriffe zu begegnen, welche Truppenmassen gegen die feindlichen Projektilen nicht gedeckt werden konnten, hat ihnen viel Schaden zugefügt und sie zuletzt genöthigt, die Vertheidigung der Südseite von Sebastopol aufzugeben.

ad 5. Die Kavaliere resp. etagenförmigen Erd-Enceinten betreffend.

Kavaliere in den Festungsfronten werden immer von Vortheil sein und die ältere wie die neuere Befestigung haben den Nutzen der Kavaliere anerkannt, weil sie die Vermehrung der Geschütz-Emplacements ermöglichen und den feindlichen Annäherungs-Arbeiten sehr schädlich werden können.

Die Plateformen der Reduits und Defensions-Kasernen der neuen preußischen Befestigung erfüllen gleichfalls den Zweck der Kavaliere. Aber auch an andern Orten wird man nach Umständen Kavaliere anlegen, namentlich, wo die Einsicht tiefer Schluchten solches erfordert.

Ein Kavalier wird indeß immer ein hohes Relief haben müssen, damit durch sein Feuer die Vertheidigung des vor ihm liegenden Walles nicht behindert wird. Dieser letztere Umstand möchte sich besonders geltend machen, wenn von etagenförmigen Erdwällen die Rede ist. Ferner tritt hierbei in Erwägung, daß hohe Erdwerke wegen der Böschungen immer sehr viel Raum in Anspruch nehmen, und wenn



man beabsichtigen sollte, einen Platz überhaupt mit etagenförmigen Erdwällen einzuschließen, so müßte der Umfang der Enceinte bedeutend vergrößert werden, um nach Innen hin nicht zu sehr eingeschränkt zu werden. Dies würde aber dann auch um so mehr Streitmittel verlangen. —

Bei Sebastopol scheint namentlich das Emplacement beim Malakof-Thurm durch etagenförmige Erdwälle verstärkt worden zu sein, was bei der hohen Lage dieses Punktes auch ganz zweckmäßig gewesen sein mag, und wobei nicht außer Acht zu lassen ist, daß diese Anlagen während der Belagerung nur nach und nach zur Ausführung gebracht werden konnten, während es die Umstände verlangten, die Streitmittel hier fortwährend zu verstärken.

Etagenförmige Erdwälle müssen um so weiter hinter einander zurücktreten, je mehr Platz zwischen beiden für die Communikation für nöthig gehalten wird, dennoch wird der Raum zwischen beiden Wällen als Bombenfang zu bezeichnen und für die Truppen ein gefährlicher Aufenthalt sein. —

Die niederländische Befestigung hat übrigens dergleichen Anlagen versucht, wobei ich an die fausse braye erinnere, welcher außer den vorgedachten Nachtheilen auch noch der Vorwurf gemacht wird, daß sie die Ersteigung des Hauptwalles erleichtert.

Die Anlage von etagenförmigen Erdwällen wird daher immer sehr überlegt werden müssen, zumal bei einer Befestigungs-Anlage im Allgemeinen der Grundsatz zu beachten bleibt, nach Maßgabe der Staatskräfte das Minimum der Besatzung zu berücksichtigen; eine Hauptaufgabe der permanenten Fortifikation, die zur Konzentrirung der Streitkräfte nöthigt, um nicht zu viel besetzen zu müssen.

ad 6. Die Geschütz-Ausrüstung des Platzes betreffend.

Der Verfasser des englischen Aufsatzes rechnet auf eine Festungsfront 200 Geschütze, die Länge der Front giebt er dabei nicht an. Gewöhnlich rechnet man aber zur Ausrüstung einer Festungsfront gegen den förmlichen Angriff auf 500 Schritt Ausdehnung nur etwa 55 Geschütze, nämlich 30 Kanonen und Haubitzen und 15 Mortiere schweren Kalibers, wozu $\frac{1}{4}$ Reserve, während die übrigen Fronten nur gegen den Ueberfall bewaffnet werden, welches von Umständen abhängig

ist, indeß auf 500 Schritt Frontausdehnung etwa 8 Kanonen und Haubitzen und 2 bis 3 Mörser betragen mag, wozu $\frac{1}{10}$ Reserve. Hiernach wird man auch in einer großen Festung selten über 400 Geschütze finden.

In Sebastopol standen mehrere tausend Geschütze zur Disposition, doch hatte die Angriffsseite hier auch eine Ausdehnung von fast 8000 Schritten, wonach auf den Wällen neben und hinter einander an 700 Geschütze placirt sein mochten. Es kommen also auf eine Front-Ausdehnung von etwa 1800 Schritt etwa 130 Piecen, welche z. B. dem von den Franzosen gegen das Central-Bastion und Mast-Bastion unternommenen ersten Angriff gegenüber standen oder incl. der dahin sehenden Geschütze der Nebenfronten etwa 150 Geschütze.

Die Franzosen sollen fast eben so viel Piecen zur Disposition gehabt haben, die aber erst *nach und nach* verwendet werden konnten; jedenfalls war die Position der Russen zu Anfang der Position der Alliirten Hinsichts der Geschütz-Entwickelung sehr überlegen, woraus es erklärlich wird, daß sich die Alliirten schon in weiter Entfernung verschanzten und nur langsam vorzurücken vermochten. Endlich gelang es den Franzosen, sich der russischen Position bis auf etwa 600 Schritt zu nähern und dort ihre Batterien zu etabliren, während die Engländer noch auf 1500 bis 1600 Schritt von den russischen Wällen entfernt blieben. Der Verfasser des Aufsatzes im **Edinburgh Review**

Anmerk. Französische Batterien:

Nr. 1. 7 30pfdige Kanonen,
2 80 = Haubitzen.
Nr. 2. 6 30 = Kanonen,
2 80 = Haubitzen.
Nr. 3. 4 Mörser von 27 Centm.
Nr. 4. 2 24pfdige Kanonen,
4 16 = = ,
1 Haubitze von 22 Centm.
Nr. 7. 6 16pfdige Kanonen,
2 Haubitzen von 22 Centm.
Nr. 8. 4 Mörser von 27 Centm.
Nr. 10. 4 24pfdige Kanonen,
3 Haubitzen von 22 Centm.
Nr. 11. 11 30pfdige Kanonen,
4 Haubitzen.



gesteht ein, daß zu dieser Zeit das russische Feuer dem der Alliirten so überlegen gewesen sei, daß die vorgedachte französische Parallele mit ihren Batterien, worin etwa 60 Geschütze aufgestellt waren, völlig vernichtet wurde; die französischen Geschütze waren demontirt, Batterie-Magazine in die Luft gesprengt, und die Trancheen mußten unter großer Mühseligkeit erst wieder neu formirt werden. — Vorfälle dieser Art haben sich später wiederholt, bis wahrscheinlich in Folge des den Russen sehr schädlichen Schützenfeuers der Alliirten ein Mangel an Artilleristen russischer Seits eingetreten sein mag, wonach es den Alliirten im Laufe der Belagerung, bei einer Entwickelung von 300 Geschützen, möglich ward, sich weiter vorwärts festzusetzen und daselbst ihre Batterien zu Stande zu bringen, durch deren Wurffeuer es dem Angriff endlich gelang, das so lange bestrittene Uebergewicht zu gewinnen.

Wenn der Verfasser des Aufsatzes im Edinburgh review nun aber verlangt, daß nothwendig jede Festung so stark mit Geschütz ausgerüstet werden müsse, um dem Angreifer seine Belagerungs-Arbeiten ganz unmöglich zu machen, so ist eine solche Geschütz-Ausrüstung allerdings sehr wünschenswerth, in der Praxis aber unausführbar, zumal wenn ein Staat bei beschränkten Hülfsmitteln viele Festungen auszurüsten hat, von denen möglicher Weise mehrere zu gleicher Zeit angegriffen werden können.

Uebrigens bestätigt die Erfahrung, daß der Gang des förmlichen Angriffs, gegen welches Befestigungs-System er auch gerichtet sein mag, bis zum Fuße des Glacis hin, nicht verhindert werden kann, (weil das Festungs-Geschütz den nur wenig hervorragenden und schmalen Trancheen nicht viel Schaden zuzufügen vermag), daß aber von da ab, wo der Angriff von den Collateralwerken der Angriffsfront überflügelt wird, die Verhältnisse sich zum Vortheil der Vertheidigung umgestalten. — Einer solchen Ueberflügelung war bei Sebastopol aber freilich der Angriff nicht ausgesetzt, obschon die Russen dies durch ihre letzten vorgeschobenen Schanzen gern erreicht hätten.

ad 7. **Die Berechnung der Widerstandsfähigkeit einer Befestigungs-Manier betreffend,**

so giebt es zwar Schriftsteller (Andreas Böhm. Mag. f. Jng. u. Art. Band XI. — Analyse des Vertheidigungs-Vermögens nach Fourcroy), die sich darauf eingelassen haben, nach Maßgabe der Baukosten oder des berechneten Widerstands-Vermögens der einzelnen Theile der Befestigung die Widerstandsfähigkeit der ganzen Festung auf Tage berechnen zu wollen, wonach denn die verschiedenen Befestigungs-Manieren in Bezug auf ihre Stärke mit einander verglichen werden. Die Resultate solcher Berechnungen sind aber sehr trüglich, weil zwei bedeutende Faktoren dabei nicht mit zur Sprache kommen: nämlich der Enthusiasmus der Besatzung und die unausbleiblichen, aber nicht vorher zu sehenden Zwischenfälle.

Dabei kommt es auch sehr darauf an, ob Besatzung und Vorräthe in dem Maaße vorhanden sind, wie es zur nachhaltigen Vertheidigung der Festung erforderlich ist. Wenn nun aber solche Schriftsteller behaupten, daß bei ihren Berechnungen die besten Chancen zum Grunde liegen, so hat leider im Jahre 1806 auch bei uns mancher Festungs-Kommandant gemeint, daß seine Festung, die zu schwach versehen sei, gar nicht zu halten wäre.

Solche Berechnungen haben also gar keinen Werth, sondern es sind trügliche und müßige Meditationen, die man am besten ignorirt. Auch die schlechteste Befestigung ist durch brave Truppen einer guten Vertheidigung fähig.

So vertheidigte z. B. im Jahre 1592, während des Streits der Ligue, der General Bellegarde gegen den Marschall Villars die Stadt Quilleboeuf gegen einen übermächtigen Angriff 17 Tage lang, obschon der Graben, wo er angefangen war, nicht über 4 Fuß Tiefe hatte, dergestalt, daß die Belagerung aufgegeben wurde; und dergleichen Beispiele hat die Kriegsgeschichte viele.

Bei der Belagerung Sebastopol's kommen übrigens so viele ganz ungewöhnliche Umstände zur Sprache, wonach dieses Ereigniß nicht füglich mit andern Objekten des Belagerungs-Krieges verglichen wer-

den kann; es möchte denn die Belagerung von Ostende im niederländischen Befreiungskriege sein (1601), welche 3 Jahre und 78 Tage währte und wobei der Angriff über 70,000 Menschen einbüßte, wo viele wüthende Stürme geliefert und abgeschlagen wurden, und wo es den Belagerten endlich an Erde fehlte, um immer wieder neue Wälle zu formiren. Aber auch in Ostende vermochte man die Streitmittel wiederholt zu ergänzen, und Carnot macht hierüber in seinem Werke „über die Vertheidigung fester Plätze" die Bemerkung: daß eine Besatzung, die nach Belieben ergänzt und versorgt werden kann, für unüberwindlich anzusehen sei. — Dazu gehören freilich Truppen, die fest entschlossen sind, bei der Vertheidigung zu ihrer Ehre, wie zum Ruhme ihres Vaterlandes ihr Aeußerstes zu thun, und die braven Vertheidiger von Sebastopol haben gezeigt, daß sie sich dieser Aufgabe ganz bewußt waren.

Es ist allerdings wahr, wie der Verfasser des englischen Aufsatzes bemerkt, daß sich die Vertheidiger einer Festung auf einem verzweifelten Posten befinden, aber es ist ein ruhmwürdiger. — Das Vaterland wie die ganze civilisirte Welt blickt auf ein solches Schauspiel mit Spannung hin, und über die Thaten, die dort geschehen, wird scharf zu Gericht gesessen. — Darum muß die Seele der Vertheidiger und namentlich das impulsirende Offizier-Korps ganz von der Vorstellung durchdrungen sein, daß von ihnen in dem Platze die Ehre des Vaterlandes repräsentirt werde, und daß es durchaus nöthig sei, daß jeder Einzelne mit aller Hingebung seine Schuldigkeit thue. Es ist sehr natürlich, daß unter solchen Umständen der Soldat lieber an seinen Tod, als an eine Kapitulation denken wird, denn diese letztere ist immer mißlich und führt stets hinterher noch zu einer gerichtlichen Untersuchung, bei welcher schon mancher Offizier gewünscht hat, daß er lieber auf dem Kampfplatze liegen geblieben wäre.

Zur besten Zeit des römischen Reichs war die Losung für die Vertheidiger eines festen Platzes:

„es ist nicht nöthig, daß ihr zurückkehrt"

und wenn der Soldat erst darüber hinaus ist, sein Leben erhalten zu wollen, so ist sein Widerstand ganz unberechenbar.

Den braven Vertheidigern in Sebastopol ward übrigens die Kapitulation erspart und der endliche Rückzug nach der Nordseite ist eben so gut vorbereitet als ordnungsmäßig durchgeführt worden. Die großartigen Sprengungen bei diesem Rückzuge beschlossen das blutige Drama auf würdige Weise.

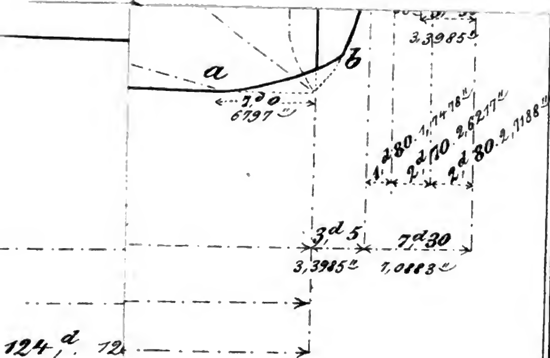
v. W.

der Lun...
rechen ...
närm ...
mit ...
es der ...
Wälle zu
nend ...
Werke ...
eine Besatzung,
für unüberwin...
die sich entschlo...
zum Ruhme ...
der Vertheidi...
Aufgabe ganz ...

Es ist alle...
bemerkt, daß ...
den Posten be...
verband mit d...
mit Spannun...
scharf zu Ge...
gen und nam...
stellung durc...
des Vaterlan...
daß jeder Ei...
ist sehr natü...
seinen Tod, ...
ist immer ...
Untersuchun...
er lieber ...

har

für



1/12

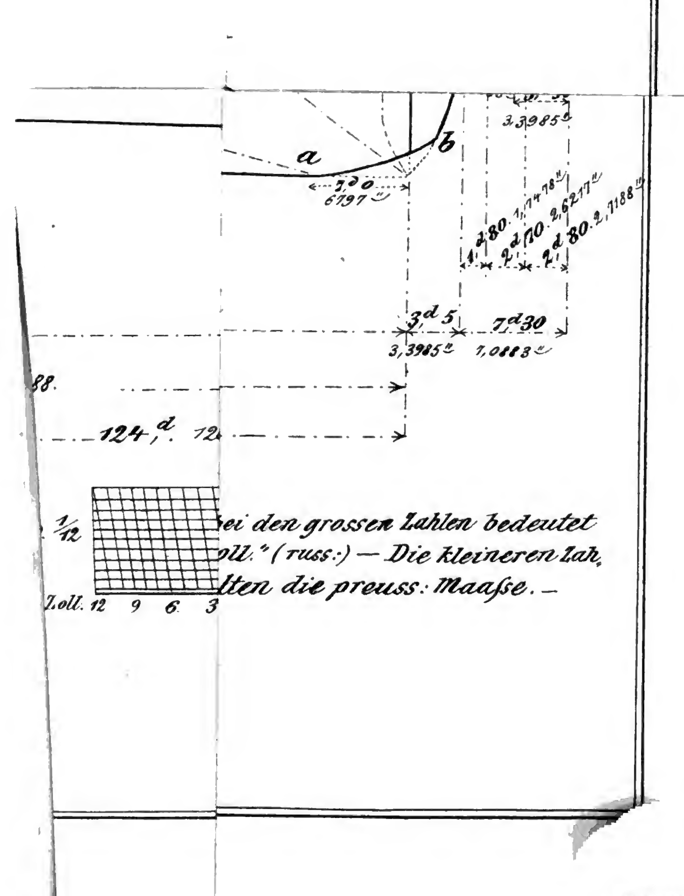
12 9 6 3

…bei den grossen Zahlen bedeutet …oll." (russ:) — Die kleineren Zah… …lten die preuss: Maaße. —

Inhalt.

Char…

für…



…ei den grossen Zahlen bedeutet …oll." (russ:) — Die kleineren Zah. …lten die preuss: Maaſse. —



